

Weltraumfahrt Raketentechnik



Preis DM 3, —

Heft **6** 1969

20. Jahrgang

Nov. / Dez.

Aus dem Inhalt:

Azur, Deutschlands erster künstliche Erdsatellit

Apollo 12, die zweite Landung auf dem Mond

Die Meßergebnisse der sowjetischen Venussonden Nr. 5 und 6

Raumfahrt und die Bundesrepublik
Satelliten-Situationsbericht

Kurzberichte:

Vertragsfirma für Mondauto von NASA gewählt

Die Absturzursach des Mondlande-Trainers

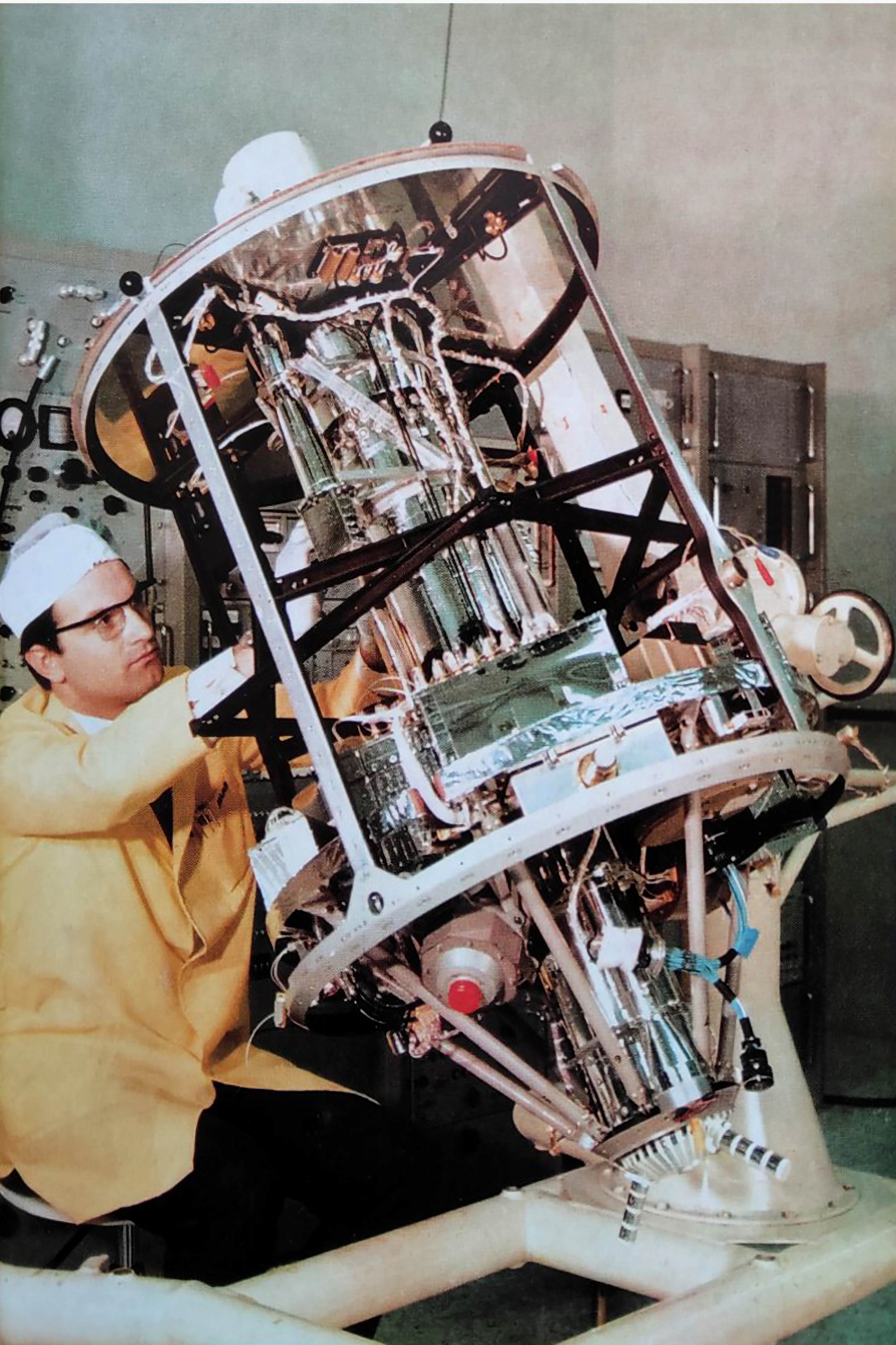
Fünfter Radio-amateur-Satellit startbereit

Laser-Echo vom Mond in Frankreich aufgenommen

Wasser auf dem Mars



Der Satellit „Azur“ bei der Montage



WELTRAUMFAHRT

ZEITSCHRIFT FÜR ASTRONAUTIK UND

RAKETENTECHNIK

Jahrgang 20 · Nummer 6 · November/Dezember 69

Unter der Redaktion von WERNER BÜDELER

Organ der „Österreichischen Gesellschaft für Welt-
raumforschung und Flugkörpertechik“ Wien, der
„Hermann-Oberth-Gesellschaft e. V.“ Bremen, des
„Deutschen Raketen- und Raumfahrtmuseums e. V.“
Stuttgart, der „Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft
für Raketentechnik“, Luzern, und der „Griechischen
Astronautischen Gesellschaft“, Athen.

INHALT

1969 — ereignisreichstes Jahr der Raumfahrt (Editorial)	163
Azur 1, Deutschlands erster künstlicher Erdsatellit	165
Apollo 12, die zweite Landung auf dem Mond (W. Büdeler)	170
Astronautik in Bildern	176
Die Meßergebnisse der sowjetischen Sonden Venus V und VI (H. Zimmer)	178
Die Jahrestagung der DGLR	180
Raumfahrt und die Bundesrepublik (M. Mayer)	182
Erdsatelliten und Raumsonden (Situationsbericht per 31. 10. 69)	184
Kurzberichte	186
Buchbesprechungen	191

Unser Titelbild zeigt den deutschen künstlichen Erdsatelliten „Azur“ bei der Bearbeitung im „Cleanroom“ der Firma Messerschmitt-Bölkow-Blohm. Die MBB war Systemführer beim Bau des Satelliten, der am 8. November 1969 von der amerikanischen Westküste aus mit einer vierstufigen Scout-Feststoffrakete erfolgreich gestartet wurde. Seitdem überträgt dieser erste deutsche Satellit wissenschaftliche Meßdaten und Betriebsinformationen an die Bodenstationen. (Photo: MBB)

REDAKTION:

Werner Büdeler, Vaterstetten bei München
Telefon: München 46 73 94

VERLAG UND ANZEIGENANNAHME:

Umschau, Frankfurt a. M., Stuttgarter Straße 18–24,
Tel.: 260 01, Postscheckkonto Frankfurt a. M. 35
Anzeigenpreis nach Tarif Nr. 5 vom 1. 1. 1967

Für den Anzeigenteil verantwortlich: Wolf Grünert,
Stellvertreter Werner Siebeneicher, Frankfurt a. M.

HERSTELLUNG:

Brönners Druckerei Breidenstein KG, Frankfurt a. M.

BEZUGSPREIS:

DM 2,80 je Heft, bei Lieferung ins Haus zuzüglich 28 Pf.
Postgebühr (pro Heft). Jahresbezugspreis DM 16,20,
zuzüglich DM 1,68 Postgebühr (jährlich). 1969 erschei-
nen sechs Hefte.

In this issue of "Weltraumfahrt"

1969 was undoubtedly the most important year for spaceflight yet, and a climax which can hardly be surpassed within the next decades. This fact and the importance of Man's first landing on another celestial body is the subject of the editorial by Werner Buedeler on pages 163 and 164. After assessing the latest results in manned spaceflight and space research, the question is asked what the future may hold in store. An attempt for an answer is made by discussing the report of the "Space Task Group" to President Nixon, and the possible implications of this report. — The article on pages 165 to 168 is a description of the German "Azur" satellite project, which began to bear its fruits with the successful launch of Azur 1 on November 8, 1969 from the U.S. West Coast with a solid-propelled U.S. Scout rocket. — On pages 169 through 175 some details of the second manned lunar landing — the Flight of Apollo 12 in November 1969 — are represented in copy and pictures. — Pages 176 and 177 show some additional pictures on Apollo 12 and on future lunar landing sites of the remaining Apollo flights. — The article on pages 178 to 180 by Harro Zimmer of the Wilhelm Foerster observatory in West Berlin discusses some of the results obtained by the Soviet space probes "Zond V" and "Zond VI" on the composition and density of the Venusian atmosphere. The author compares these results with those obtained by earlier Soviet space probes and the U.S. Venus probe Mariner V. — The article on page 180 and 181 reports on the annual meeting of the German Aerospace Society, which was held in Bremen in September 1969. — The article on pages 182 and 183 by the representative of the German Science Ministry responsible for Space Research, Mr. Max Mayer, is an abbreviated reproduction of a opening speech, Mr. Mayer gave at the annual meeting of the DGLR in Bremen. — The rest of the issue is dedicated to the Satellite Situation Report (p. 184/185), short news items (p. 185/188), and Book Reviews (p. 190/191).

In eigener Sache:

Eine wichtige Mitteilung an unsere Leser

Lohn- und Gehaltserhöhungen im graphischen Gewerbe erzwingen ein Anheben der Bezugspreise für die Zeitschrift „WELTRAUMFAHRT UND RAKETENTECHNIK“ ab 1. Januar 1970.

Hier die neue Preisübersicht:

Einzelheft	DM 3,—
im Abonnement	DM 3,— je Heft
erm. Preis für Schüler und Studenten, Mitglieder der DGLR	DM 2,40 je Heft

zuzüglich Versandkosten.

Lange haben wir überlegt und gerechnet und mußten am Ende leider feststellen, daß eine leichte Preissteigerung unumgänglich ist. Wir appellieren jedoch an Ihre Einsicht und hoffen sehr, daß Sie dennoch auch in Zukunft unsere Zeitschrift gern lesen werden.

Ihre

WELTRAUMFAHRT UND RAKETENTECHNIK

1969 – Ereignisreichstes Jahr der Raumfahrt

Und wie geht es weiter?

Gleichgültig, was in der Raumfahrt der kommenden Monate und Jahre geschieht: das Jahr 1969 wird an Ereignissen nicht zu übertreffen sein. Ohne Zweifel werden die Flüge Apollo 13 bis Apollo 20 sehr viel umfangreichere und wertvollere wissenschaftliche Resultate erbringen, als die Flüge Apollo 11 und Apollo 12; sicher werden die Astronauten in den nächsten Monaten und Jahren neue Rekorde beim Flug zum Mond und beim Aufenthalt auf dem Mond aufstellen; sicher wird die Raumstation des Jahres 1972, die „NASA-Werkstatt in der Umlaufbahn“ (Orbital Workshop), die Phantasie der Menschen anregen und ein neues Kapitel in der bemannten Raumfahrt einleiten, und sicher werden unbemannte und später bemannte Flüge zum Planeten Mars mit Recht als neue, gewaltige Höhepunkte gewertet werden – aber alles das kann nicht darüber hinwegtäuschen, daß 1969 jenes Jahr war, in dem der Mensch die erste Landung auf einem fremden Himmelskörper verwirklichte und damit in einen neuen Abschnitt seiner Entwicklungsgeschichte eintrat.

Der euphorischen Begeisterung über das Gelungene folgte zwar nicht, wie die Tagespresse vielfach entdeckt zu haben glaubte, ein Desengagement des breiten Publikums beim Flug Apollo 12 – der zweiten Landung von Menschen auf dem Mond – aber doch die Frage danach, wie es weitergehen soll. Es ist eine Frage, die sich im übrigen auf der politischen Bühne Amerikas bereits zu einem früheren Zeitpunkt stellte und Präsident Richard Nixon am 13. Februar 1969 veranlaßte, ein Gutachter-Gremium zu bilden und ihm aufzutragen, bis zum 1. September 1969 einen Vorschlag für die Weiterführung des amerikanischen Raumfahrtprogramms in der „Nach-Apollo-Periode“ zu machen. Nixon berief in das Gremium Vizepräsident Spiro T. Agnew als Vorsitzenden. Die weiteren Mitglieder sind Luftwaffen-Minister (und früherer stellvertretender NASA-Administrator) Robert C. Seamans, NASA-Administrator Dr. Thomas O. Paine, sowie Dr. Lee DuBridge, der wissenschaftliche Berater des Präsidenten der USA. Das so entstandene Komitee – im Amerikanischen „Space Task Group“ genannt – holte sich drei weitere Fachleute als „Beobachter“ hinzu: Alexis Johnson, Staatssekretär für politische Angelegenheiten, Dr. Glenn T. Seaborg, Vorsitzender der Atomenergiekommission, und Robert P. Mayo, Direktor des Budgetbüros der Regierung.

Pünktlich zum verlangten Zeitpunkt lieferte das Gutachter-Gremium seinen Bericht ab. Dieser freilich ist kein alternativloser Vorschlag für ein bestimmtes Programm, sondern eine Untersuchung über die Bedeutung der Raumfahrt aus den Perspektiven der Wirtschaft, der nationalen Sicherheitsbestrebungen, der Wissenschaft, der Erkundung des Weltraums durch bemannte Expeditionen, der Soziologie und der internationalen Beziehungen. Im Resumé bietet der Bericht mehrere Optionen für die künftige Raumfahrtentwicklung Amerikas an. Er geht zunächst von fünf möglichen Entwicklungen aus, wobei allerdings zwei von ihnen als nicht wünschenswert sehr schnell ausgeschieden werden. Die eine der beiden Möglichkeiten ist eine maximale, ausschließlich von der technischen Kapazität und den Möglichkeiten, nicht jedoch von finanziellen Überlegungen diktierte Entwicklung der Raumfahrt, die andere eine Weltraumforschung auf der niedrigsten Ebene unter Ausschluß einer bemannten Raumfahrt.

Bereits in der einleitenden Zusammenfassung und den Empfehlungen kommt der Bericht zu der Feststellung, daß der Flug von Apollo 11 als der Beginn einer langdauernden Erkundung und Nutzung des Weltalls durch den Menschen betrachtet werden muß, und daß deshalb das zukünftige amerikanische Raumfahrtprogramm die bemannte Raumfahrt als ein wesentliches Element enthalten sollte. Skeptisch allerdings stehen die Autoren dem Verlangen nach einem sofortigen Mars-Programm mit dem Ziel der Landung von Menschen auf dem roten Nachbarplaneten der Erde bis Anfang oder Mitte der achtziger Jahre gegenüber. Sie möchten ein Mars-Programm lieber als organischen Teil einer generellen Entwicklung der bemannten Raumfahrt sehen, mit der Marslandung selbst als ein Fernziel, lediglich definiert durch die Feststellung, daß diese Landung noch in unserem Jahrhundert erfolgen sollte.

Bei der ersten der drei Optionen allerdings gehen sie von einer solchen frühzeitigen Marslandung aus. Diese erste Option würde darin bestehen, das Budget der zivilen Raumfahrtbehörde NASA drastisch anzuheben, nämlich von den gegenwärtig knapp 4 Milliarden Dollar pro Jahr auf 4,8 Milliarden für das Rechnungsjahr 1972 (beginnend am 1. Juli 1971), 7,7 Milliarden für das Rechnungsjahr 1975 und 8 bis 10 Milliarden für das Rechnungsjahr 1980. Zu den Unternehmungen, die die NASA in einem solchen Fall realisieren könnte, würden gehören: Flug von Menschen zum Planeten Mars bis Mitte der achtziger Jahre, die Errichtung einer bemannten Raumstation in einer Umlaufbahn um den Mond, die Schaffung einer bemannten Mondbasis und die Verwirklichung einer Raumstation für 50 bis 100 Mann Besatzung in der Erdumlaufbahn, sowie die Konstruktion eines Raumtransporters.

Die beiden weiteren Optionen unterscheiden sich von der gerade geschilderten ersten Option weniger qualitativ als

NASA: Vergleichende Programmziele

Nach den Empfehlungen der „Space Task Group“ des Präsidenten vom 1. September 1969

Projekt	optimal	Option I	Optionen II, III	minimal
<i>Bemannte Systeme</i>				
Raumstation (Erdumlaufbahn)	1975	1976	1977	—
50-Mann-Raumstation (Erdumlaufbahn)	1980	1980	1984	—
100-Mann-Raumstation (Erdumlaufbahn)	1985	1985	1989	—
Raumstation (Mondumlaufbahn)	1976	1978	1981	—
Mondbasis	1978	1980	1983	—
Erste Marsexpedition	1981	1983	II—1986 III—offen	—
<i>Transportsysteme</i>				
Erde $\leftarrow$ $\rightarrow$ Erdumlaufbahn	1975	1976	1977	—
Kernenergie-Bahntransferstufe	1978	1978	1981	—
Raumtransporter	1976	1978	1981	—
<i>Unbemannte Forschung</i>				
Großes astronomisches Observatorium	1979	1979	1980	—
Hochenergetische astronomische Möglichkeiten	1973	1973	1981	1973
Untersuchungen außerhalb der Ekliptik	1975	1975	1978	1975
Marskartographierung	1977	1977	1981	1977
Untersuchungen der Venusatmosphäre	1976	1976	Mitte der achtziger Jahre	1976
„Touren“ zu den äußeren Planeten	1977/9	1977/9	1977/9	1977/9
Untersuchungen des Asteroiden-Gürtels	1975	1975	1981	1975
<i>Praktische Anwendungen</i>				
Erste Erderkundungssysteme	1975	1975	1976	1975
Direkt-Rundfunk- und Fernsehübertragung	1978	1978	Mitte der achtziger Jahre	1978
Navigation/Verkehrskontrolle durch Satelliten	1974	1974	1976	1974

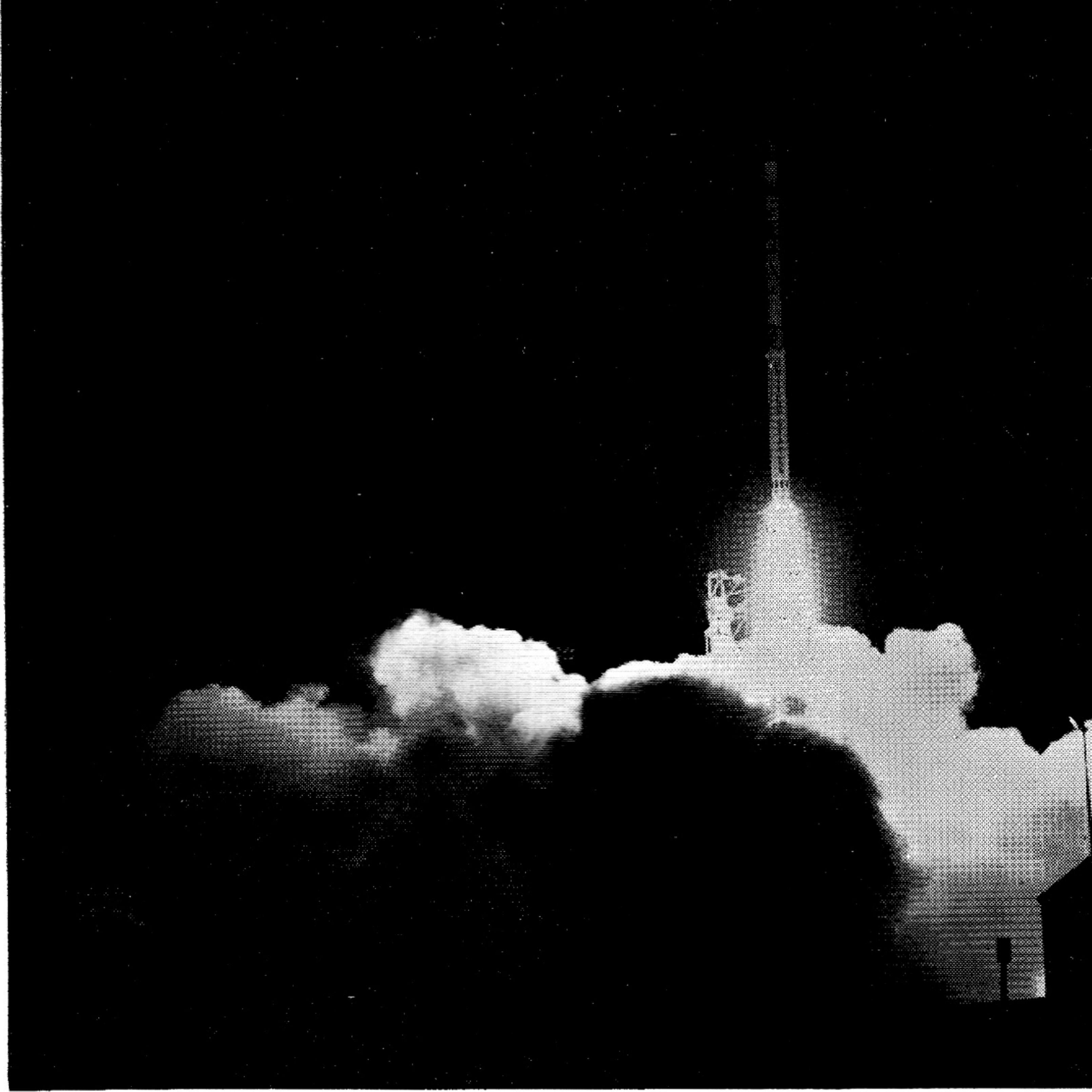
quantitativ. Sie sehen dieselben Projekte vor, allerdings verteilt auf einen größeren Zeitraum bei geringeren Etatansprüchen der Raumfahrtbehörde. So würde die zweite Option eine Steigerung des NASA-Etats von den gegenwärtigen knapp vier Milliarden Dollar des Rechnungsjahres 1970 auf 5 Milliarden im Rechnungsjahr 1974 und 7,6 Milliarden im Rechnungsjahr 1980 vorsehen. Bei der dritten Option würde die Steigerungsrate bis zum Rechnungsjahr 1977 mit der Option II übereinstimmen, dann aber sich im Rechnungsjahr 1977 für die weiteren Jahre auf 5,5 Milliarden Dollar jährlich einpendeln. Der Unterschied zwischen Option II und Option III besteht vor allem darin, daß bei der zweiten Option die bemannte Marslandung für das Jahr 1986 vorgesehen ist, während bei der dritten Option eine Entscheidung darüber, ob eine solche Marsexpedition in absehbarer Zeit vorgenommen werden soll, nicht vor 1980 gefällt werden muß.

Noch ist die Entscheidung durch Präsident und Kongreß der Vereinigten Staaten, welche der in dem Bericht genannten Optionen gewählt werden soll, nicht gefallen. Die Mitglieder des Komitees selbst haben in ihrem Bericht dem Präsidenten empfohlen, sich für Option III zu entscheiden.

Wie immer die Entscheidung fallen wird, es dürfte sicher sein, daß die Vereinigten Staaten sich weiterhin intensiv der bemannten Raumfahrt widmen, daß sie Raumstationen, Mondstationen und den Raumtransporter schaffen sowie den Planeten Mars für bemannte Flüge im Auge behalten werden. Sie werden sich überdies darum bemühen, auch die bemannte Raumfahrt zu „internationalisieren“. Die Bundesrepublik Deutschland könnte bei diesen letztgenannten Bemühungen eine entscheidende Rolle spielen und man kann nur hoffen, daß der neue Bundesminister für Wissenschaft und Bildung, Hans Leussink, diese Chance erkennt und schnell entschlossen handelt. Das Jahr 1969 ist für die Bundesrepublik Deutschland in der Raumfahrt ein Meilenstein. Der deutsche Forschungssatellit „Azur“ wurde mit Hilfe einer amerikanischen Scout-Rakete Anfang November 1969 erfolgreich gestartet und übermittelt (wenn jüngst wegen Ausfall seines Magnetspeichergeräts auch nur in Echtzeit) die gewünschten Meßdaten. Das Projekt der deutsch-amerikanischen Sonnensonde geht voran und wird zum umfangreichsten Einzelunternehmen werden, daß die NASA bisher im Rahmen ihrer internationalen Projekte realisierte. Alles in allem also recht positive Aussichten für Weltraumforschung und Raumfahrt des achten Jahrzehnts unseres Jahrhunderts.

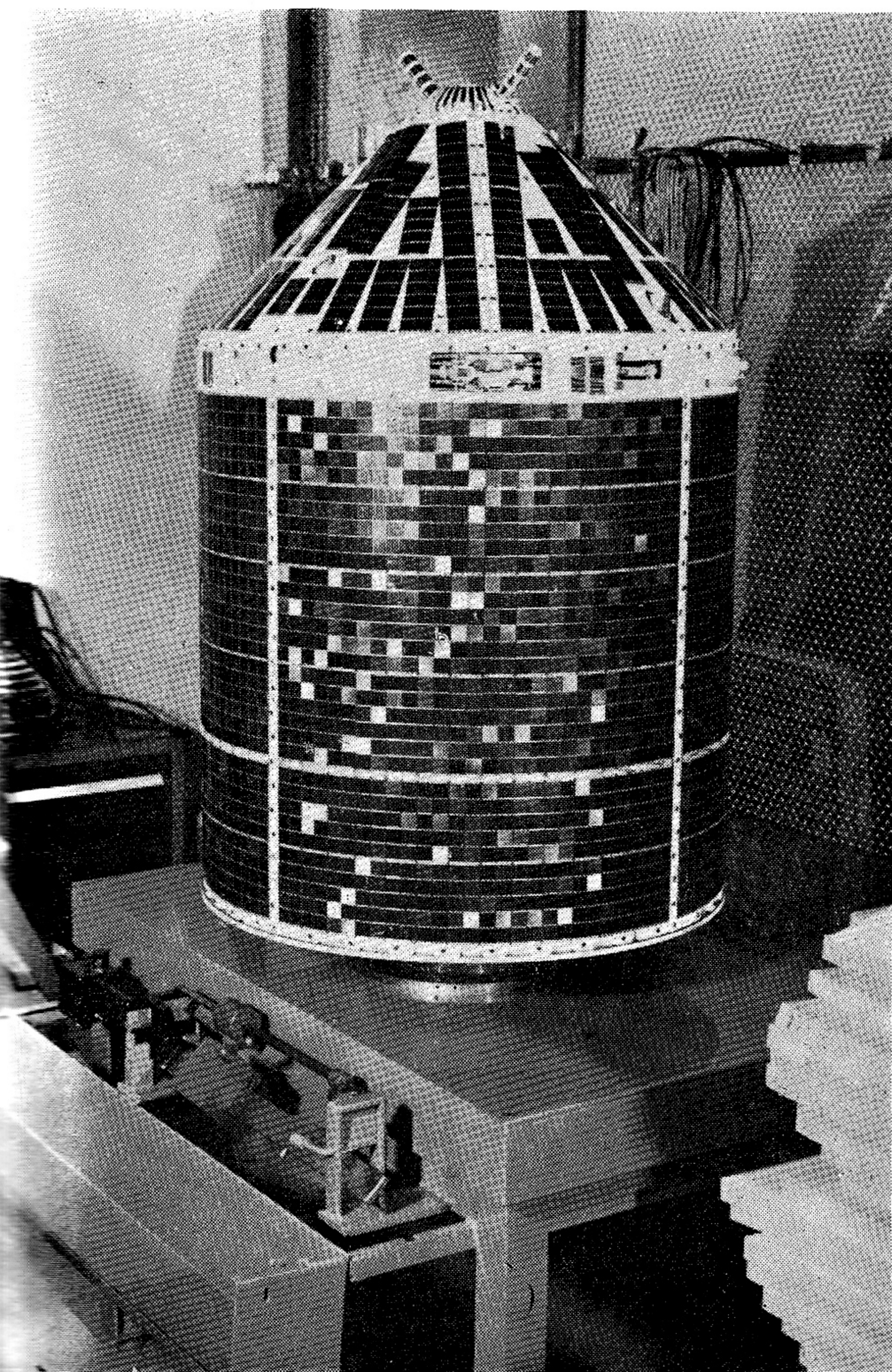
Werner Büdeler

Azur 1 (1969 97A), Deutschlands erster künstlicher Erdsatellit



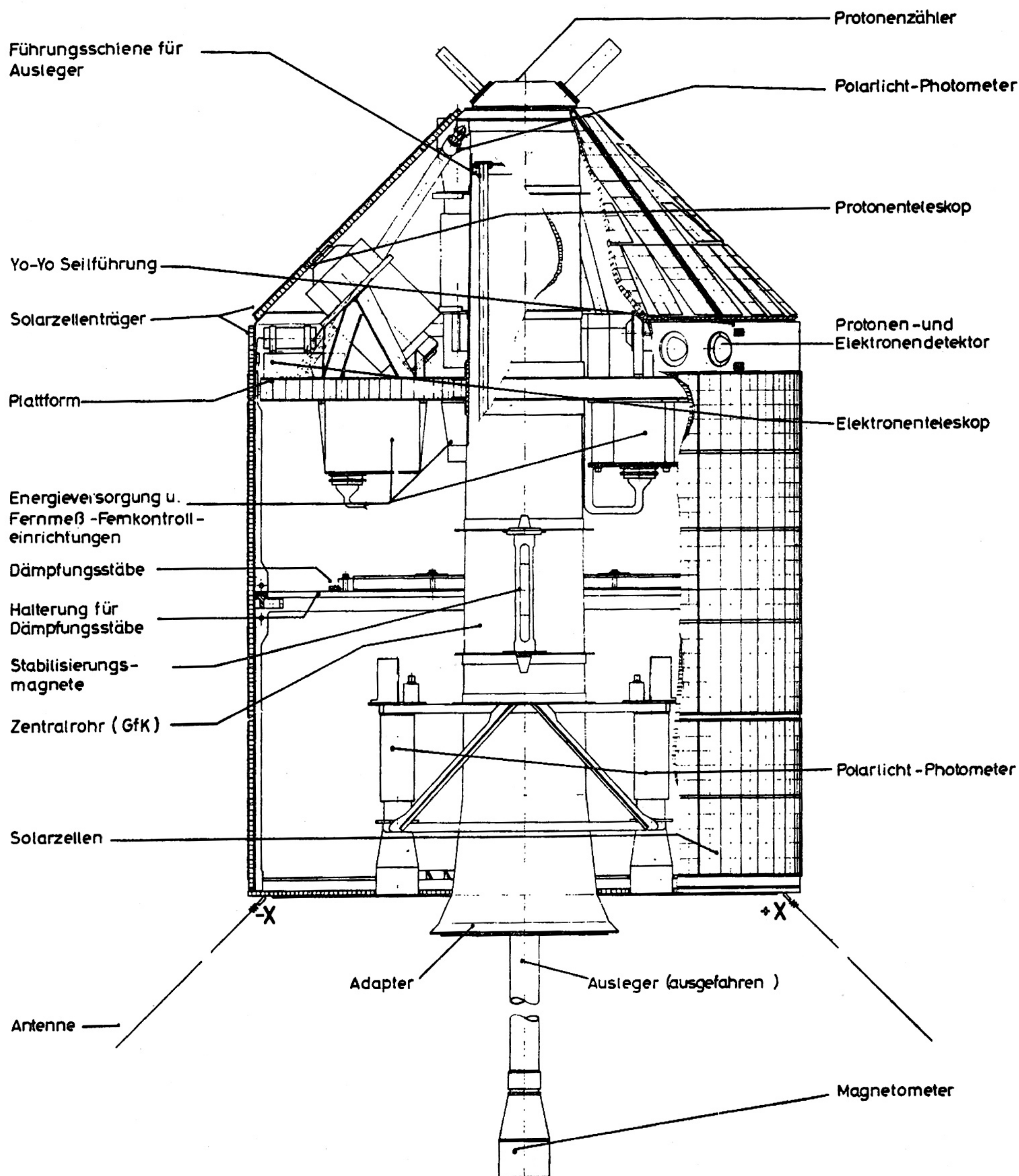
Einen Start bei Nacht erlebte Azur 1: am 7. November 1969, 17^h52^m Ortszeit — kurz nach Einbruch der Dunkelheit — hob die Scout-Trägerrakete von der Startplattform in Vandenberg, Kalifornien ab. (Photo: NASA)

Am 8. November 1969 um 2^h52^m MEZ wurde der erste deutsche Forschungssatellit „Azur 1“ von der „Western Test Range“ in Kalifornien mit einer amerikanischen Scout-Rakete gestartet. Neun Minuten später erreichte er seine Umlaufbahn. Damit erlebte Deutschland seinen Eintritt in den „Weltraumklub“.



Zwölf Jahre nach dem Start der ersten künstlichen Satelliten der Erde durch die Sowjetunion und die Vereinigten Staaten, 7½ Jahre nach dem Start des ersten „internationalen“ Satelliten, des britisch-amerikanischen Satelliten „Ariel 1“, und vier Jahre nach dem Start des ersten französischen Satelliten wurde auch die Bundesrepublik Mitglied des Klubs jener Staaten, die — teils dank eigener Trägerraketen, teils dank amerikanischer Raketenhilfe — auf eigene künstliche Erdsatelliten verweisen können, die sich um unseren Heimatplaneten bewegen oder bewegen. Es verhalfen ihr hierzu der in vierjähriger Arbeitszeit in Deutschland entwickelte Forschungssatellit „Azur“ und eine amerikanische vierstufige Scout-Feststoffrakete. Das Projekt hatte im Juni 1965 mit der Unterzeichnung einer Vereinbarung — eines „Memorandums of Understanding“ — zwischen dem damaligen Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (jetzt Bundesministerium für Wissenschaft und Bildung) und der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA seinen offiziellen Anfang genommen. Der Satellit wurde bei einem Kostenaufwand von etwa 60 Millionen Mark im Auftrag des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung entwickelt. Die technische Leitung des Gesamtprojekts lag

Der Forschungssatellit „Azur“ beim Bestimmen der Masse. (Photo: Messerschmitt-Bölkow-Blohm)



Schnittbild durch „Azur“ (Zeichnung GfW)

in den Händen der Gesellschaft für Weltraumforschung mbH. Die Aufgabe des Satelliten besteht in der Messung geladener Partikel und des Magnetfeldes im Bereich der Strahlungsgürtel der Erde und zur Zeit von Polarlichtern. Die wissenschaftlichen Meßeinrichtungen wurden vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Lindau im Harz, vom Institut für reine und angewandte Kernphysik der Universität Kiel, vom Institut für Geophysik und Meteorologie der Technischen Hochschule Braunschweig und vom DFVLR-Institut für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen konzipiert und entwickelt. Der Satellit selbst wurde von der deutschen Industrie gebaut. Die Systemführung lag in Händen der Messerschmidt-Bölkow-Blohm GmbH, die weiteren beteiligten Firmen waren: AEG-Telefunken in Hamburg, AEG-Telefunken in Ulm, AEG-Telefunken in Konstanz, Dornier-System in Immenstaad, ERNO-Raumfahrttechnik in Bremen, Standard Elektrik Lorenz in Stuttgart und Siemens AG in München. Das Bodenbetriebssystem mit der Zentralstation in Lichtenau bei Weilheim und den Echt-

Azur 1, Bahndaten

(Epoche: 1969, Nov. 11, 0^h WZ)

Parameter	theoretisch	praktisch erzielt
Startdatum	1969, Nov. 7, 2 ^h 51 ^m MEZ	1969, Nov. 8, 2 ^h 52 ^m MEZ
Perigäum	382 km	381,4 km
Apogäum	3 220 km	3 147,6 km
Umlaufzeit	122,7 ^m	121,93 ^m
Bahnneigung	102°	102,976°
Änderung der Umlaufdauer:		10 ⁻⁶ Tage pro Tag

zeit-Telemetrie-Bodenstationen in Kevo, Finnland, Reykjavik, Island und Fort Churchill, Kanada wurde von der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e. V. (DFVLR) in Oberpfaffenhofen bei München geschaffen. Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA stellte die Trägerrakete, führte den Start durch und übernahm mit Hilfe des „Multi Satellite Operational Control Center“ (MSOCC) im Goddard-Raumflugzentrum in Greenbelt, Maryland die Bahnüberwachung in den ersten Tagen.

Der Satellit

Azur ist ein zylindrischer Körper mit konischem Abschluß an der Oberseite. Er hat eine Bauhöhe von 113 cm und einen Außendurchmesser von 76,2 cm. Die Länge des

Auslegers mit dem Magnetometer beträgt 84,5 cm. Die Masse des Satelliten mit Adapter zur vierten Stufe der Trägerrakete betrug 87,7 kg, die Flugmasse beträgt 72 kg, von denen 16,88 kg auf die wissenschaftlichen Instrumente entfallen. Das tragende Element des Satelliten ist ein zylindrisches Zentralrohr, das an der Unterseite mit einem Magnesiumfuß vernietet ist. Dieser Fuß war für den Start mit dem Paßstück und dem Trennmechanismus der vierten Stufe der Scout-Trägerrakete durch eine Klammer verbunden. Das Zentralrohr besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff, das Paßstück ist aus Magnesium; die übrigen Bauteile sind aus Aluminiumlegierungen gefertigt. Praktisch die gesamte Außenfläche des Satelliten ist mit Sonnenzellen belegt. Die Zellenträger bestehen aus einem Zylinder, den zwei halbringförmigen Bodenplatten und dem Kegelstumpf. Sie sind

Azur 1, wissenschaftliche Aufgaben

Bezeichnung des Instru- ments	Institut	Meßaufgaben (Teilchen)	Energiebereiche
EI 88/1	MPI f. extraterr. Physik Garching	Protonen und α -Teilchen im Strahlungsgürtel und bei solar flares; gerichtet	P: $1,4 \leq E \leq 100$ MeV (7 Kanäle) Alphateilchen: $6,5 \leq E \leq 19$ MeV (1 Kanal)
EI 88/2	wie bei EI 88/1;	nur andere Meßrichtung	P: $1,4 \leq E \leq 100$ MeV (7 Kanäle) Alphateilchen: $6,5 \leq E \leq 19$ MeV (1 Kanal)
EI 92	Institut für reine und angewandte Kernphysik der Univ. Kiel	Protonen, gerichtet im Strahlungsgürtel und bei Energieausbrüchen der Sonne	$0,2 \leq E \leq 20$ MeV (6 Kanäle)
EI 93	MPI f. extraterr. Physik Garching	Im Strahlungsgürtel (und bei Energie- ausbrüchen der Sonne) Protonen + Elektronen, omnidirektional	Protonen: $20 \leq E \leq 80$ MeV (2 Kanäle) Elektronen: > 1,55 MeV, > 4,2 MeV (2 Kanäle)
EI 95	MPI für Stratosphären- physik Lindau/Harz	Elektronen, gerichtet (3 Meßrichtungen) im Strahlungsgürtel + Polarlichtzone, Protonen, omnidirektional	Elektronen: ≥ 40 keV (3 Kanäle) Protonen: > 55 MeV (1 Kanal)
EI 101	MPI für Stratosphären- physik Lindau/Harz	Protonen omnidirektional Polarlicht- zone und bei solar flares	Protonen: > 12 MeV, > 30 MeV (2 Kanäle)
EI 102	DFVLR Inst. für Physik der Atmosphäre Oberpfaffenhofen	Polarlichtemission	$\lambda = 3914$ Å; $\lambda = 5577$ Å
EI 15	Inst. f. Geophysik und Meteorologie der TH Braunschweig	transversale hydromagnetische Wellen (ca. $8-5 \cdot 10^3$ Hz) Magnetometer 2 Kanäle	$B \geq 10^{-4}$ Gauss

Das Instrument EI 15 dient gleichzeitig zur Lagemessung (siehe dort).

in Honigwaben-Bauweise gefertigt. Die Außenfläche des Satelliten ist mit insgesamt 5044 Sonnenzellen von je vier Quadratzentimeter Fläche besetzt. Die verfügbare elektrische Leistung betrug nach dem Start 33 Watt; sie wird nach einjähriger Operationszeit auf 27 Watt abgesunken sein. Die Leistung der beiden Sender, die auf den Frequenzen 136,56 und 136,74 MHz arbeiten, beträgt je 0,5 Watt, die Leistungsaufnahme der Forschungsinstrumente maximal 8,4 W. Der Kommandoempfang erfolgt auf der Frequenz 148,25 MHz. Die Sonnenzellen dienen dazu, ein Paket Silber-Kadmium-Batterien aufzuladen. Bei voller operativer Inanspruchnahme des Satelliten wird eine elektrische Gesamtleistung von 17 bis 29 Watt benötigt.

Azur 1 besitzt ein Lageregelungssystem, das die Längsachse des Satelliten mit einer Genauigkeit von $\pm 7^\circ$ in die Richtung des örtlichen Magnetfeldes bringt. Das Magnetometer mißt Richtung und Stärke des Magnetfeldes. Um störende Einflüsse durch den Satelliten und seine Instrumente zu vermeiden, ist es an dem bereits erwähnten Ausleger angebracht. Die theoretische Annahme, daß das passiv arbeitende System den Satelliten etwa 14 Tage nach Erreichen der Umlaufbahn in die gewünschte Lage gebracht und stabilisiert haben würde, hat sich in der Praxis bestätigt.

Die Wärmeregulierung im Satelliten erfolgt durch innere Wärmeleitung und geeignet gewählte Oberflächen. Es existiert kein aktives Wärmeregulierungssystem. Im Rahmen der Betriebsüberwachung des Satelliten werden auch Temperaturdaten zur Erde abgestrahlt.

Die Meßdaten werden mit einer zeitlichen Auflösung von 10 Sekunden gewonnen. Die Fernmeßeinrichtung besitzt je einen Kanal für Echtzeit-Übertragung und für die Übertragung der vom Bandgerät gespeicherten Daten. Das Magnetbandgerät ist mit einem endlosen Band ausgestattet. Es speichert (zwischenzeitlich ist das Gerät ausgefallen) bei einer Aufnahmegeschwindigkeit von einem Zentimeter pro Sekunde 96 bits in der Sekunde für einen Zeitraum von maximal 250 Minuten, d. h. eine Gesamtmenge an Informationen von maximal 1,44 Millionen bits. Die Wiedergabe der Daten erfolgt mit fünfzigfacher Geschwindigkeit. Die Datenübertragung der Messung von Teilchenströmen, die mit einer zeitlichen Auflösung von 20 Millisekunden erfolgen muß, geschieht in Echtzeit. Nach dem Ausfall des Bandgeräts werden auch alle anderen Meßdaten, soweit erfaßbar, in Echtzeit aufgenommen.

Die wissenschaftlichen Instrumente

Azur trägt acht Meßinstrumente, die sieben verschiedenartige wissenschaftliche Phänomene untersuchen. Der Satellit ist konzipiert als ein Forschungsgerät, das sich mit drei Hauptaufgaben befassen soll:

- Untersuchungen über die Natur des inneren Strahlungsgürtels
- Messungen von Vorgängen in der Polarlichtzone
- Messungen der Veränderungen des Energiespektrums solarer Partikel während Energieausbrüchen der Sonne.



Blick in das Deutsche Satellitenkontrollzentrum in Oberpfaffenhofen. (Photo: Siemens)



Die wissenschaftlichen Meßgeräte des „Azur“. Vgl. die Tabelle (Photo: MBB)

Diese Art von Untersuchungen sind besonders zum gegenwärtigen Zeitpunkt – nahe dem Maximum der Sonnenaktivität – von besonderem Interesse. Die Meßaufgaben bestehen im Einzelnen darin, schnelle zeitliche Veränderungen des Erdmagnetfeldes zu erfassen, spektrale Verteilung und Intensität der bei Sonneneruptionen auftretenden Partikelstrahlung zu registrieren (eine Aufgabe, die von fünf der acht Meßinstrumente wahrgenommen wird), sowie Intensität, Einfallsrichtung und räumliche Verteilung der Protonen und Elektronen des inneren Van Allen'schen Strahlungsgürtels zu bestimmen.

Die Bahn des Azur

Bahnwahl und Startzeitpunkt des Azur stehen in engem ursächlichen Zusammenhang mit der Aufgabenstellung dieses Satelliten. Um die verschiedenen Bereiche des Strahlungsgürtels und der Magnetosphäre durchfliegen zu können, ist eine stark exzentrische Bahn notwendig, die auf ein Perigäum von 382 km und ein Apogäum von 3 220 km bei einer Umlaufzeit um die Erde von 122,7^m ausgelegt war. Da sich während dieser Zeitspanne die Erde um etwa 30 Längengrade unter der Bahnellipse weiterdreht, tritt der Satellit nach zwölf Umläufen – also etwa 24 Stunden – wieder nahezu über derselben Stelle der Erde auf; seine Bewegung erfolgt also nahezu tages-synchron.

Ebenfalls aus Gründen der Aufgabenstellung mußte für den Satelliten eine nahezu polare Bahn (Bahnneigung 102 °) gewählt werden. Bahn und Startzeitpunkt waren so errechnet, daß Teile der Bahn für die ersten zwei bis drei Monate der Lebenszeit des Satelliten im Erdschatten liegen, danach jedoch bis zum Ende des ersten Jahres der Satellit nur noch im Sonnenlicht ist. Die längste Schattenperiode beträgt etwa 25 Minuten; sie tritt etwa 60 Tage nach dem Start auf. Während der Schattenzeiten werden Meßinstrumente und Sender mit Strom aus der Silber-Kadmium-Batterie versorgt, die durch die Sonnenzellen während des Aufenthalts im sonnenbeleuchteten Teil der Bahn aufgeladen werden.

Projektdurchführung

Das Abkommen zwischen dem Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung und der NASA über das Satellitenprojekt Azur war in zwei Phasen aufgeteilt. Die erste bestand in der Entwicklung und Erprobung der Nutzlasten mittels Höhenraketen von Startplätzen in Kanada, Schweden und Brasilien. Diese Aufgaben wurden 1966 und 1967 erfüllt.

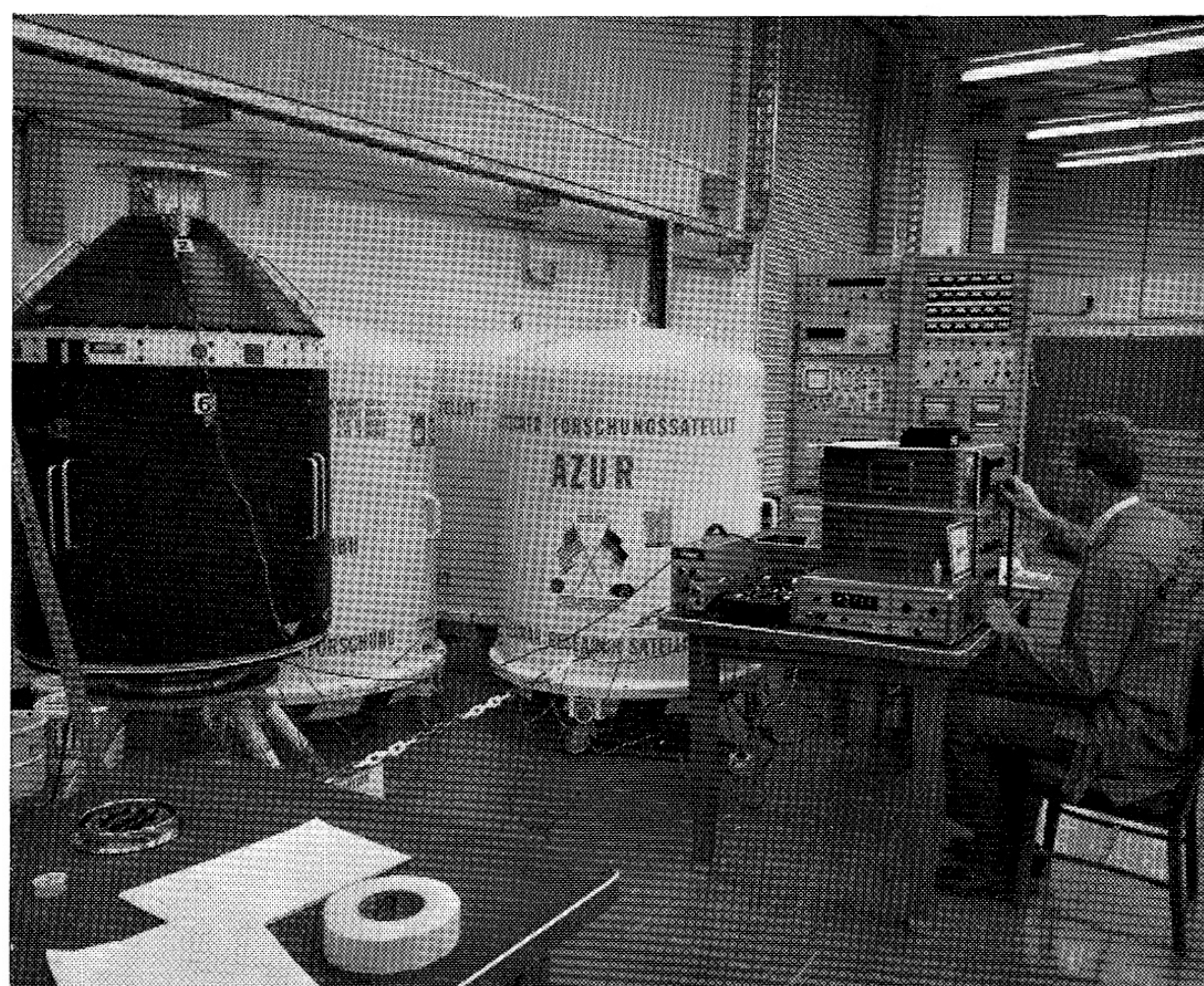
Die zweite Phase umfaßte Entwicklung, Erprobung, Abnahme und Start des Satelliten. Die Abnahme durch Fachleute der NASA erfolgte im September 1969. Der Start wurde, nach einer letzten Überprüfung des Satelliten am Standort in Kalifornien, für den 7. November 1969, 2^h51^m MEZ (6. November, 17^h51^m PST am Startort) vorgesehen. Das Startfenster betrug für diesen Tag 20 Minuten und verschob sich für die folgenden Tage nur unwesentlich. Etwa eine Stunde vor dem geplanten Starttermin des 7. November führte jedoch das Durchschmoren eines Kabels an den Bodenausrüstungen in Vandenberg

zu einem Startabbruch, da die notwendige Reparatur sich nicht innerhalb der zur Verfügung stehenden 20 Minuten vornehmen ließ.

Der Countdown wurde am folgenden Tag erneut durchgeführt und endete mit einem einwandfreien Start der Scout-Rakete am 8. November um 2^h52^m MEZ (= 7. November 17^h52^m PST am Standort). Die Telemetriedaten der Rakete zeigten einen einwandfreien Flug an. Etwa eine Stunde nach dem Start wurde die Trennung des Satelliten von der Rakete durch die Bodenstationen in Johannesburg und Madagaskar bestätigt. Die deutsche zentrale Bodenstation bei Weilheim erfaßte Azur 1 zum erstenmal um 4^h12^m MEZ des 8. November. Am 15. November übernahm die zentrale deutsche Bodenstation den Betrieb des Satelliten (Fernmessung, Fernkontrolle, Datenempfang) von dem Bodenstationsnetz der NASA, das diese Aufgabe bis dahin im Zusammenwirken mit den deutschen Technikern wahrgenommen hatte. In die Verfolgung sind neben den bereits erwähnten deutschen Echtzeit-Stationen in Finnland, Island und Kanada auch die Stationen des Bodenstationnetzes der Europäischen Weltraumforschungs-Organisation ESRO in Spitzbergen, Alaska, Belgien und auf den Falkland-Inseln, sowie das ESRO-Datenzentrum in Darmstadt eingeschaltet.

Fünf Wochen nach dem Start des Satelliten ist das Magnetband-Speichergerät ausgefallen, nachdem es bis dahin einwandfrei funktioniert hatte. Dadurch können nur noch Daten in Echtzeit-Messung gewonnen werden, was die theoretisch mögliche maximale Datenmenge um etwa 20 Prozent reduziert. Außerdem sind gelegentliche Störungen in der Kommandoeinrichtung des Satelliten aufgetreten, die auf Interferenzen mit Befehlssignalen anderer Bodenstationen an andere Satelliten in Zusammenhang stehen könnten. Die erwähnten Störungen beeinträchtigen die wissenschaftlichen Meßaufgaben des Satelliten nur unwesentlich. Die von ihm abgestrahlten Meßdaten werden weiterhin laufend empfangen.

„Azur“ bei der letzten Abnahme in den USA. (Photo: NASA)





APOLLO 12

Die zweite Landung auf dem Mond

Von Werner Büdeler

Der Aufenthalt der Astronauten Charles Conrad und Alan Bean auf dem Mond am 19./20. November 1969 hat eine reiche wissenschaftliche Ernte erbracht. Der Flugablauf hat unseren Glauben in die technische Zuverlässigkeit des Apollo-Systems erneut bestärkt und eine Reihe weiterer Erstleistungen erbracht.

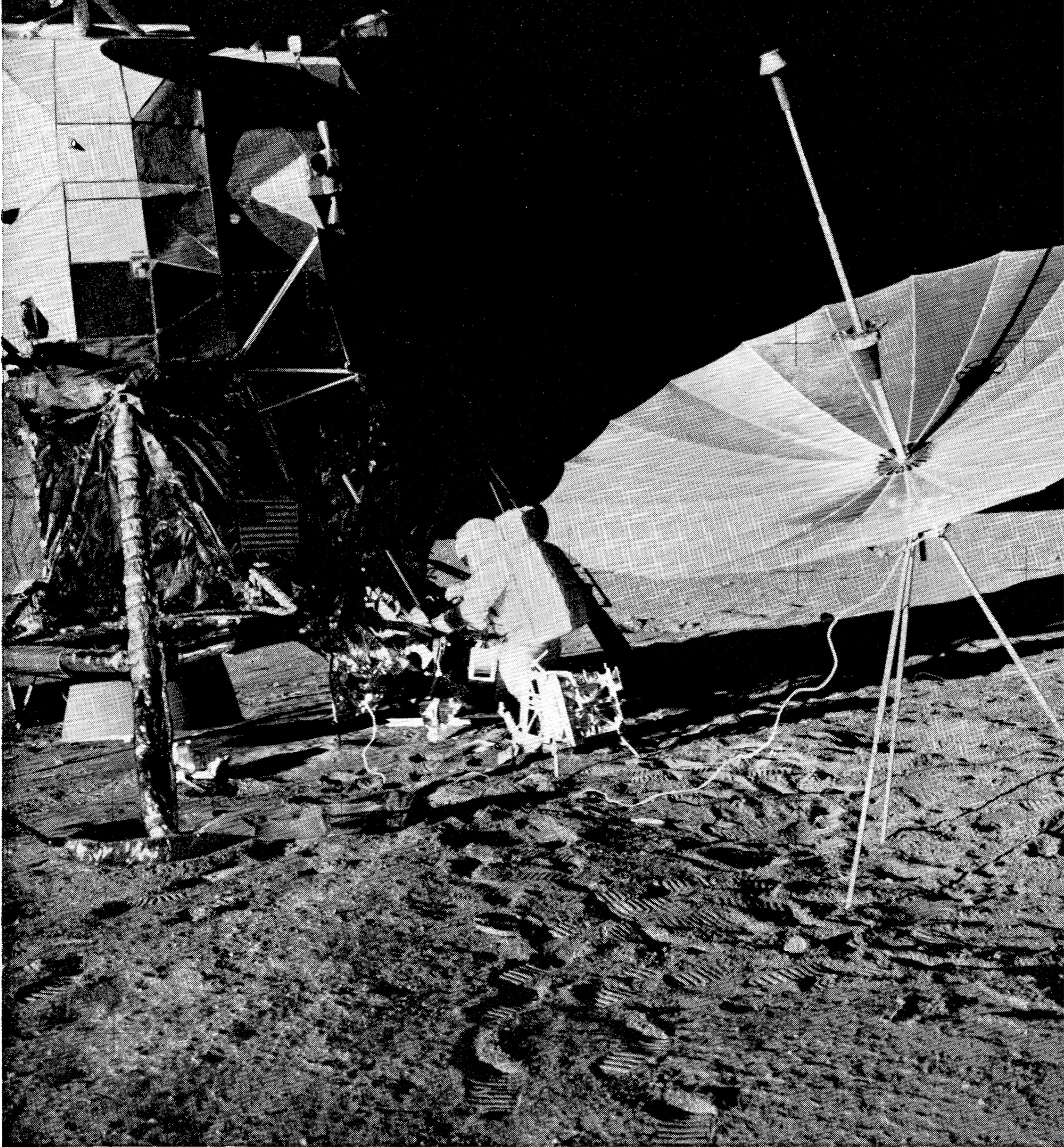


Die Astronauten des Fluges Apollo 12: Charles Conrad, Kommandant (links), Richard Gordon, Raumkapsel-Pilot (Mitte), und Alan Bean, Mondfähre-Pilot. (Photo: NASA)

Die Kosten des Fluges Apollo 12

Für die Durchführung des Unternehmens Apollo 12 hat die NASA folgende Kosten errechnet:

Trägerrakete	185 Millionen Dollar
Triebwerks- und Kommandoteil	55 Millionen Dollar
Mondfähre	40 Millionen Dollar
Durchführungskosten (inkl. Bergung, LRL, etc.)	70 Millionen Dollar
ALSEP	25 Millionen Dollar
somit Gesamtkosten	375 Millionen Dollar
	= ca. 1385 Millionen Mark

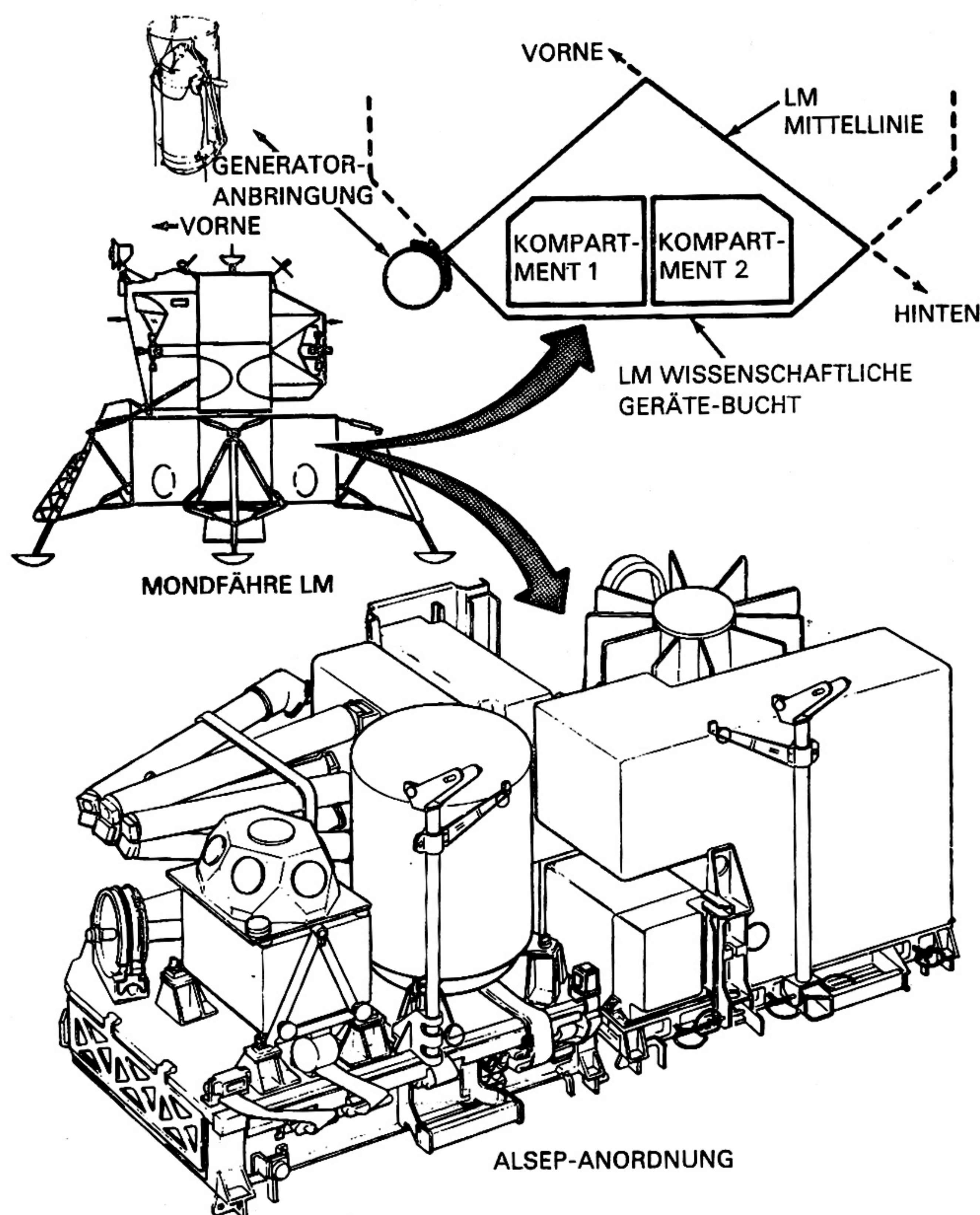


Einer der beiden Astronauten entlädt während der ersten Mondexkursion Arbeitsgerät und Meßinstrumente aus dem Verstaufach in der Mondfähre. Im Bild rechts ist bereits die Richtantenne aufgestellt. Neben dem Astronaut steht das Haltegerät für die Werkzeuge am Boden. (Photo: NASA)

Auch die zweite Landung von Menschen auf dem Mond, realisiert im Rahmen des Fluges Apollo 12 am 19. November 1969, entsprach der technischen Philosophie des Apollo-Programms. Diese technische Philosophie besteht darin, vom Einfacheren zum Komplizierten fortzuschreiten, also die Anforderungen an das Gerät wie an den Menschen von Flug zu Flug zu steigern. Unter diesem Aspekt gesehen, ging das Unternehmen Apollo 12 — die Landung der Astronauten Charles Conrad und Alan Bean im Oceanum Procellarum — über die erste Mondlandung von Menschen beim Fluge Apollo 11 im Juli

dieses Jahres wesentlich hinaus. Es ist vor allem ein Vorgang, der in diesem Zusammenhang Beachtung verdient: das verbesserte Punktlanverfahren in bahnmechanischer und technischer Hinsicht.

Bereits das Unternehmen Apollo 11 hatte erhebliche Anforderungen an die Lenk- und Navigationsverfahren gestellt. Das Aufkommen auf der Mondoberfläche innerhalb der für diesen Flug definierten Landeellipse von 4 Kilometer großer Halbachse und $2\frac{1}{2}$ Kilometer kleiner Halbachse war nur dank einer vorausgegangenen genauen Bahnvermessung des Raumfahrzeuges und mehrmali-



Anordnung der Meßinstrumente in der Mondfähre und Aufbau des Instrumentenpakets „ALSEP“ im Transportzustand. (Bild: NASA)

ger Berichtigung der Computerdaten an Bord der Mondfähre möglich. Beim Flug Apollo 12, für den eine Landung mit zirka hundert Meter Genauigkeit angestrebt wurde, reichten weder die Verfahren zur Positionsermittlung, noch die technische Methodik aus, die bei Apollo 11 angewendet wurden.

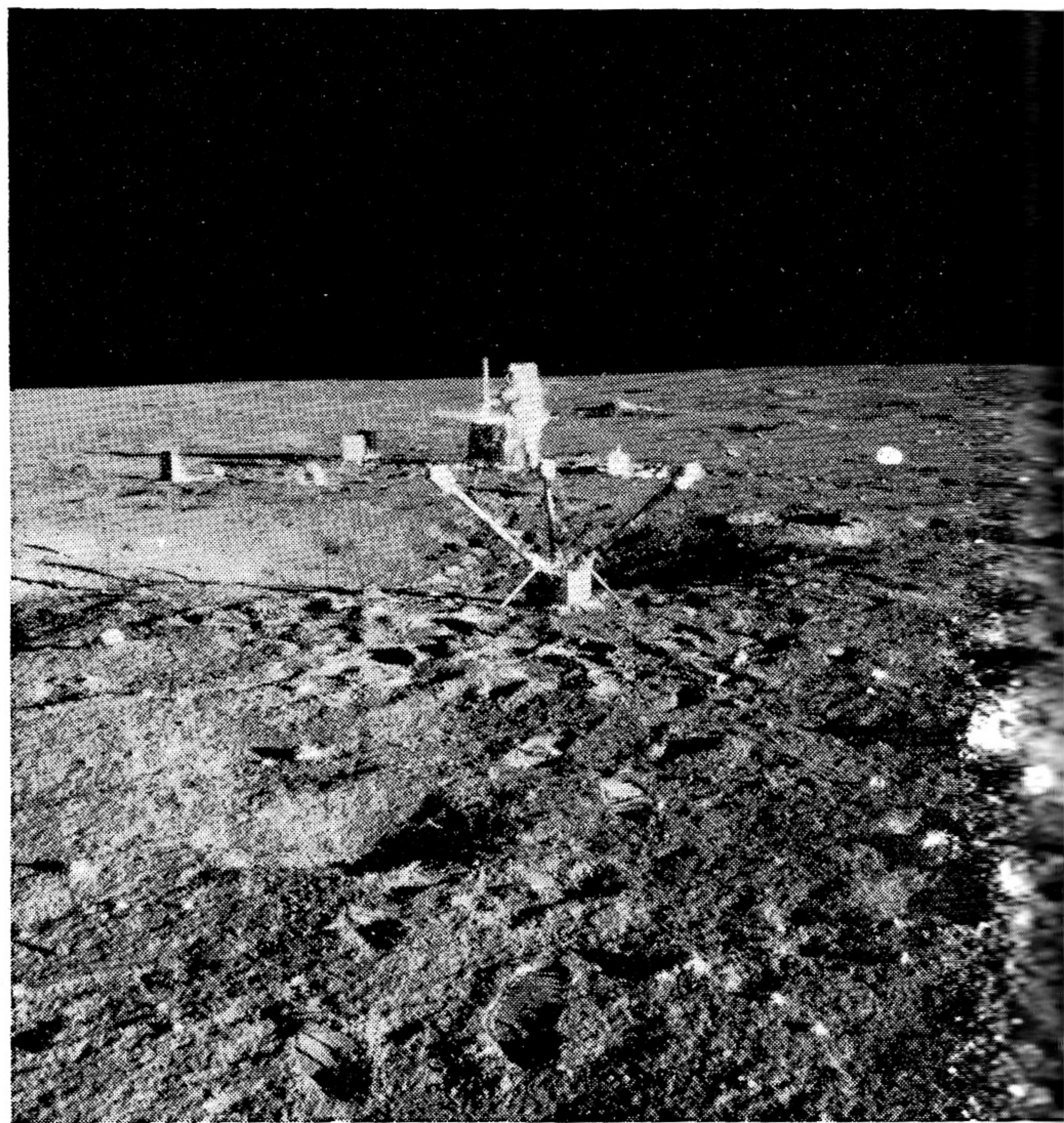
Die Schwierigkeiten ergaben sich dabei nicht allein aus bahnmekanischen Gründen, sondern auch aus unserer relativ ungenauen Kenntnis der Mondgestalt und damit der Lage von Objekten des Mondes in einem Koordinatensystem. So war der Standort der Mondsonde Surveyor 3 – Zielort der Mondfähre „Intrepid“ – zwar mit einer Genauigkeit von drei Bogenminuten relativ zu Objekten der Umgebung bekannt, nicht hingegen mit auch nur annähernder Genauigkeit im Koordinatensystem des

Die Instrumentenanordnung „ALSEP“ (= Apollo Lunar Scientific Experiment Package, wissenschaftliches Apollo-Mond-Instrumentenpaket) nach dem Aufbau auf der Mondoberfläche im Oceanus Procellarum. Im Vordergrund das Magnetometer. Einer der beiden Astronauten steht an der zentralen Datenverarbeitungs- und Übermittlungsstation. Sie wird durch elektrischen Strom von einem Radionuklidgenerator (das dunkle Gebilde links von der Zentralstation) versorgt. (Photo: NASA)

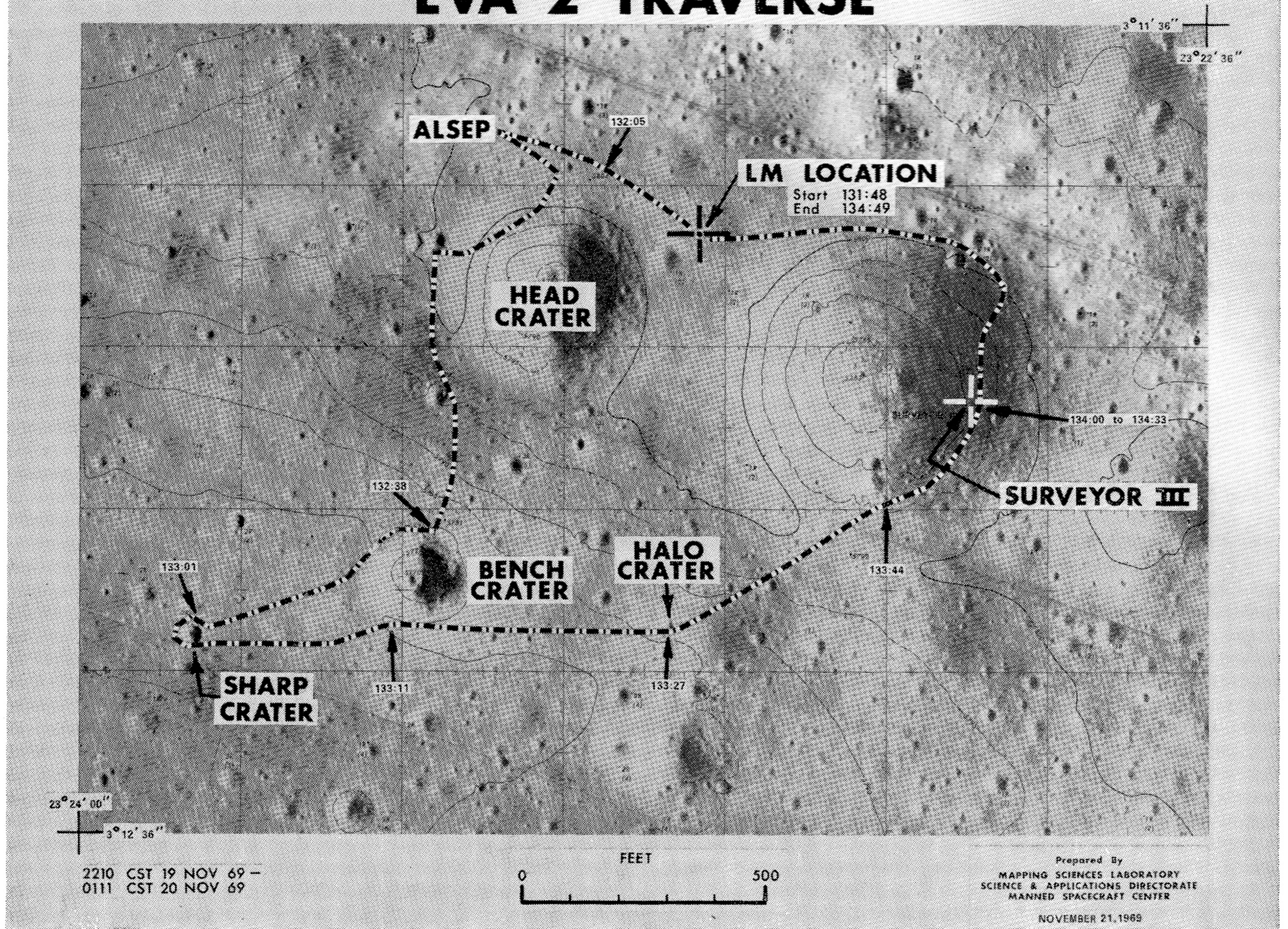
Mondes. Eine Abweichung von nur einem Winkelgrad aber bedeutet bereits eine Ortsverschiebung auf der Mondoberfläche von fast 30 Kilometern! Das Problem konnte nur dadurch gelöst werden, daß die Astronauten zunächst aus der Mondumlaufbahn Positionsbestimmungen des Landgebietes vornahmen und mit den gewonnenen Daten die Anflugwerte im Computer der Landefähre verbesserten, bevor sie den Landeanflug vornahmen. Analysen auf der Erde mit Hilfe der Computer im Goddard-Raumflughafen stellten im übrigen eine Positionsbezugsbasis des Raumfahrzeuges relativ zur Erde her.

Die Analyse der Flugbahnen von Kommandoteil und Mondfähre des Raumfahrzeuges Apollo 11 hatte gezeigt, daß ein hartes Entkopplungsmanöver der beiden Module, wie es bei diesem Flug vorgenommen worden war, für die erstrebte höhere Landegenauigkeit des Fluges Apollo 12 nicht in Frage kam. Aus diesem Grunde wurde bei Apollo 12 ein sanftes Entkoppeln geplant und praktiziert, bei dem die Mondfähre der passive Teil blieb. Beim Unternehmen Apollo 11 hatte die Trennung unter Anwendung der Lagekontrolldüsen der Mondfähre stattgefunden; das mußte man beim jüngsten Flug vermeiden, um die etablierten Positions- und Umlaufdaten nicht zu beeinträchtigen. Aus diesem Grund löste sich dieses Mal der Kommandoteil – der ja in der Umlaufbahn verblieb – von der Mondfähre. Aus dem gleichen Grund waren bestimmte Manöver und Vorgänge an Bord der Mondfähre verboten, so die Erprobung der Lagekontrolltriebwerke in Form einer Inbetriebnahme, die einseitige Impulse auftreten ließ und das Abstrahlen von Abfallstoffen, weil auch hiermit geringfügige Impulse verbunden sind, die Ungenauigkeiten in die Bahndaten und damit die Präzision der Landung hereinbringen würden.

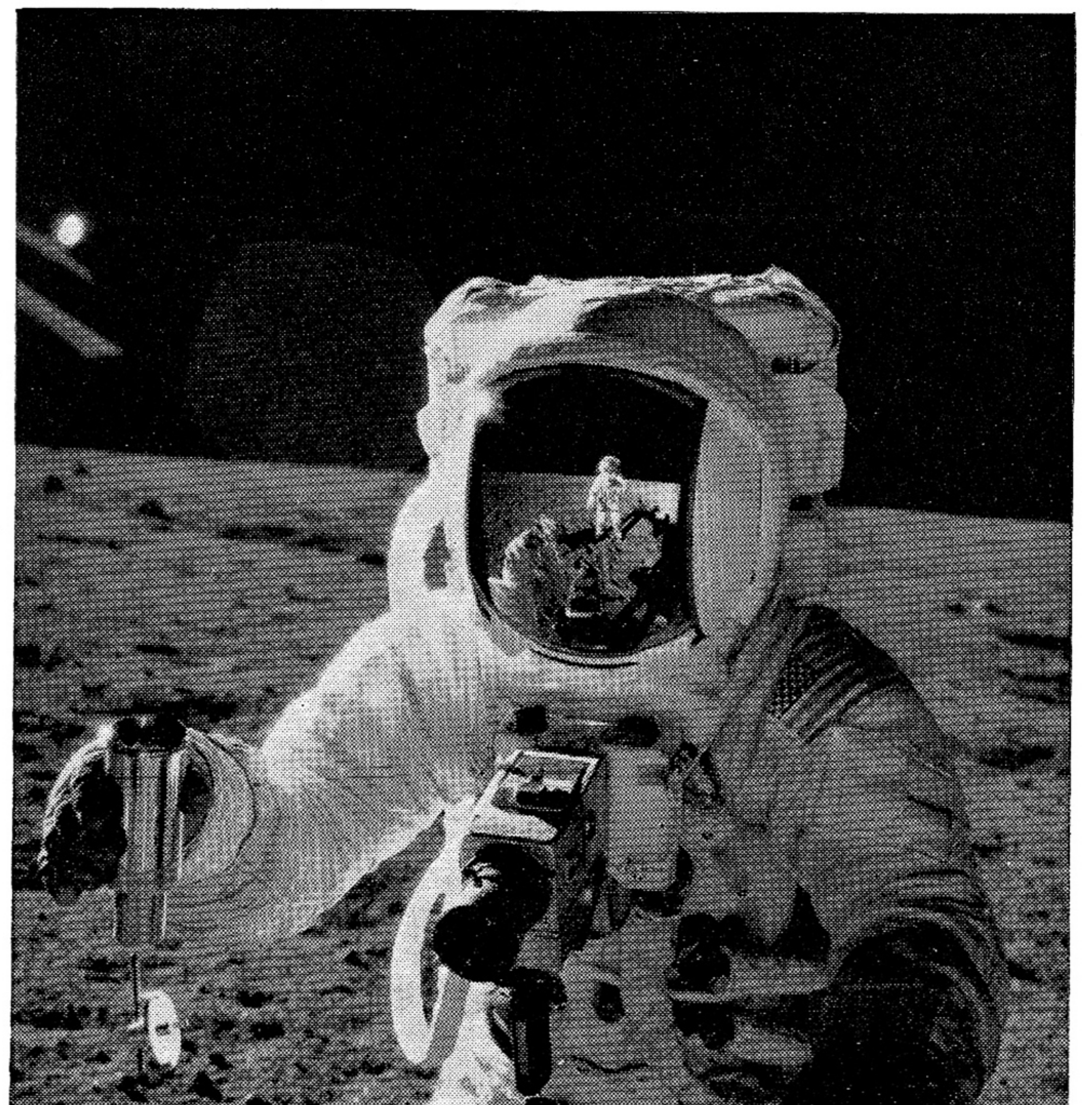
Die letzte Phase des Landeanflugs aus 15 Kilometer Höhe.



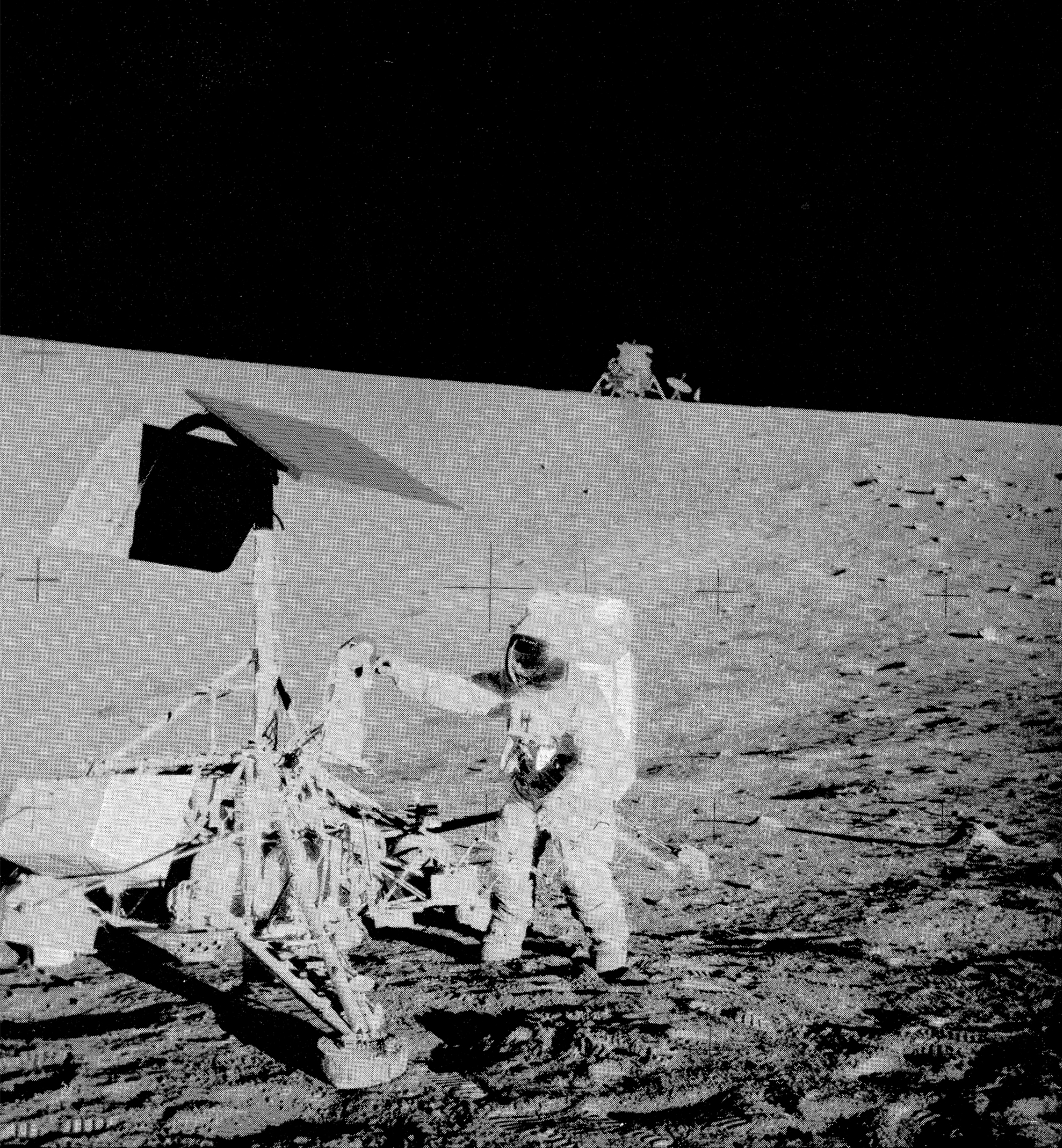
APOLLO 12 EVA 2 TRAVERSE



Der „Wanderweg“ der Astronauten beim zweiten Ausflug auf die Mondoberfläche. Die insgesamt zurückgelegte Strecke beträgt über anderthalb Kilometer. (Bild: NASA)



Einer der beiden Astronauten des Fluges Apollo 12 mit einem Gerät zur Entnahme von Bodenproben. In seinem reflektierenden Sonnenschutzvisier spiegelt sich der zweite Astronaut, der dieses Bild aufgenommen hat. (Photo: NASA)



Nur etwa 180 Meter von der Mondsonde Surveyor 3 entfernt, die im Vordergrund mit einem der beiden Astronauten zu sehen ist, landete die im Hintergrund erkennbare Mondfähre „Intrepid“ im „Ozean der Stürme“. (Photo: NASA)

die in angetriebenem Zustand des Bremstriebwerks vorgenommen wird und etwa zwölf Minuten beansprucht, läuft zunächst vollautomatisch ab. Erst in 150 Meter Höhe über der Mondoberfläche haben die Astronauten Conrad und Bean das sogenannte „Programm 66“ gewählt, das einen manuellen Eingriff in die Landung ermöglicht. Wie bei Apollo 11 erwies sich diese Entscheidung für Programm 66 wegen der Terrainstruktur als notwendig, da der manuelle Lenkeingriff den Piloten die Möglichkeit bietet, den genauen Landepunkt durch Sichtnavigation auszuwählen. Die Tatsache, daß die Mond-

fähre „Intrepid“ des Fluges Apollo 12 ihr angestrebtes Landegebiet im Fußmarsch-Umkreis der Mondsonde Surveyor 3 erreichte, ist zunächst einmal der Bahnberechnung und der Automatik, für die letzte Flugphase aber auch dem Geschick der Astronauten zu verdanken. Das erzielte, befriedigende Ergebnis bezüglich der Landegenauigkeit hat bereits eine große Zuversicht dafür aufkommen lassen, daß es bei den weiteren Flügen des Apollo-Programms gelingen wird, noch schwierigere, terrainbedingte Landeanflüge zufriedenstellend durchzuführen.

Apollo 12: die wichtigsten Flugdaten

Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die echten, in der Praxis erzielten Daten des Fluges Apollo 12 wieder.

Vorgang	Zeitpunkt (1969) MEZ	Bemerkungen
Start	Nov. 14, 17h22m	
Einschuß in die Flugbahn zum Mond (TLI)	20h09m	Triebwerk-Brennzeit 344s
Bahnkorrekturmanöver 1 (MCC 1)		nicht ausgeführt
Bahnkorrekturmanöver 2 (MCC 2)	Nov. 16, 0h14h	SPS, Brennzeit 8,8s
Bahnkorrekturmanöver 3 (MCC 3)		nicht ausgeführt
Bahnkorrekturmanöver 4 (MCC 4)		nicht ausgeführt
Eintritt in elliptische Mondumlaufbahn (LOI 1)	Nov. 18, 4h47m	SPS, Brennzeit 352s
Eintritt in kreisförmige Mondumlaufbahn (LOI 2)	9h11m	SPS, Brennzeit 17s
Trennung CSM/LM	Nov. 19, 5h46m	
LM Eintritt in Abstiegsellipse (DOI)	6h46m	Brennzeit 29s
Eintritt in Abstiegsbahn (PDI)	7h43m	Brennzeit 715s
Landung	7h54m	
Beginn EVA 1	12h30m	
Ende EVA 1	16h31m	EVA-Zeit 4h01m25s
Beginn EVA 2	Nov. 20, 4h51m	
Ende EVA 2	8h51m	EVA-Zeit 4h00m00s
Start der Mondfähre LM	15h25m	
Kopplung LM/CSM	18h59m	
Abtrennung LM-Oberstufe	21h19m	
LM-Oberstufe Mondaufschlag	22h46m	
Einschuß in Rückkehrbahn zur Erde (TEI)	Nov. 21, 21h49m	
Bahnkorrekturmanöver 5 (MCC 5)	Nov. 22, 13h49m	
Bahnkorrekturmanöver 6 (MCC 6)		nicht ausgeführt
Bahnkorrekturmanöver 7 (MCC 7)	Nov. 24, 18h43m	
Wiedereintritt (120 km Höhe)	21h49m	
Wasserung	21h59m	

Apollo-12-Splitter

Wissenswertes von der zweiten Mondlandung

36,5 Sekunden nach dem Start von Apollo 12 am 14. November 1969 trat ein Stromausfall in dem Raumfahrzeug auf, der darauf zurückzuführen ist, daß Raumfahrzeug, Rakete und ionisierter Feuerstrahl hinter den F-1-Triebwerken der ersten Stufe als Entladungsstrecke für die Wolken wirkten und einen Abfluß für einen Blitz bildeten. Eine zweite Entladung erfolgte 52 Sekunden nach dem Start, offenbar zwischen zwei Wolken. Die erste Entladung löste offensichtlich durch Induktion ein Fremdsignal aus, welches zum Ausfall der Brennstoffelemente führte. Die Entladung setzte darüberhinaus vier Sensoren am Triebwerksteil des Apollo-Raumfahrzeuges zur Oberflächentemperaturmessung und vier Sensoren zur Bestimmung der Treibstoffmengen im Lagekontrollsystem der Raumkapsel außer Betrieb. Der zweite Blitz verankerte die Plattform des Lagekontrollsystems, so daß sie von den Astronauten nach Erreichen der Umlaufbahn neu justiert werden mußte. Dies geschah durch astronomische Navigation.

* * *

Die Astronauten von Apollo 12 trafen bei der Landung auf dem Mond wesentlich mehr Staub an als diejenigen des Fluges Apollo 11. In der letzten Landephase war die Staubaufwirbelung durch das Triebwerk so groß, daß Astronaut Conrad eine Blindlandung mit Hilfe der Instrumente vornehmen mußte, da er den Boden nicht mehr sehen konnte.

* * *

Conrad und Bean hatten auf dem Mond einige Schwierigkeiten mit ihren Raumanzügen, die allerdings nicht von

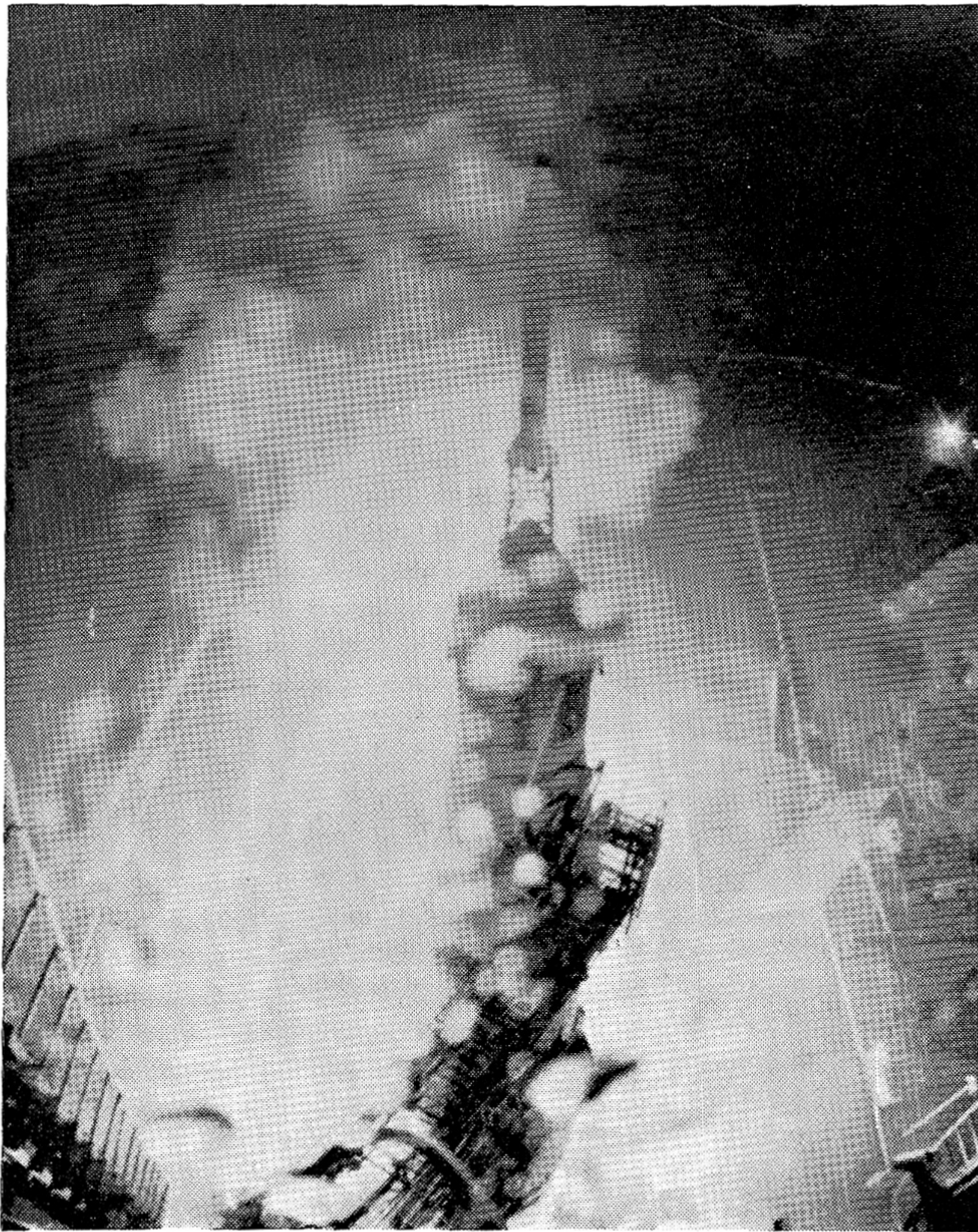
grundsätzlicher Natur waren. So blockierte die als Sublimator bezeichnete Wärmeabstoßvorrichtung der Raumanzugausrüstung als Bean sich auf den ersten Abstieg aus der Mondfähre vorbereitete. Das Eis, das sich im Sublimator angesammelt hatte, verdampfte nicht. Die Verdampfung funktioniert nur unter Vakuum. Nach einigem Probieren entdeckte Bean – der sich in der Mondfähre befand, während Conrad bereits auf der Mondoberfläche war – daß die Luke der Mondfähre zugefallen war. Hierdurch hatte sich ein geringer Gasdruck in der Fähre aufgebaut, die den Verdampfungsprozeß der Eiskristalle verunmöglichte. Als Bean die Luke aufstieß, entfleuchte eine Wolke von Eiskristallen und das Gerät arbeitete wieder einwandfrei.

* * *

Surveyor 3 erschien den Astronauten braun, obwohl die Sonde ursprünglich weiß gestrichen war. Der Flugkörper schien eine braune Schicht zu tragen, die der Färbung des Mondbodens entsprach. Am ersten Tag erschienen alle Felsen und der Mondboden in grauer Farbe, am nächsten Tag bei der zweiten Exkursion hingegen bräunlich. Offensichtlich führt also ein Unterschied in der Sonnenhöhe von nur wenigen Grad bereits zu merkbaren Farbeffekten auf dem Mond.

* * *

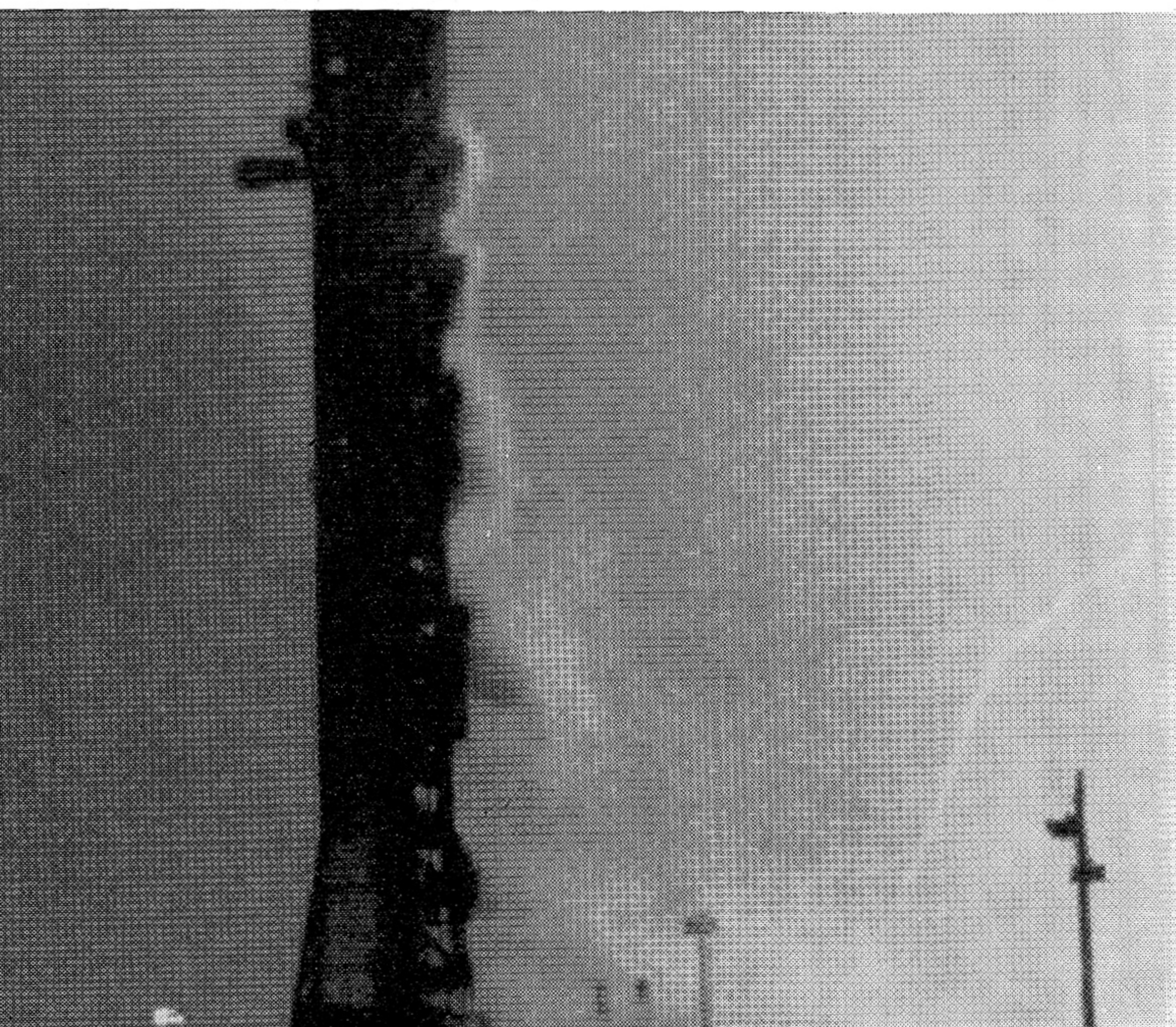
Apollo 12 setzte mit einer Verspätung von 14 Sekunden etwas mehr als vier Kilometer vom Flugzeugträger „Hornet“ entfernt 3 765 km südwestlich von Hawaii auf dem Pazifischen Ozean auf.



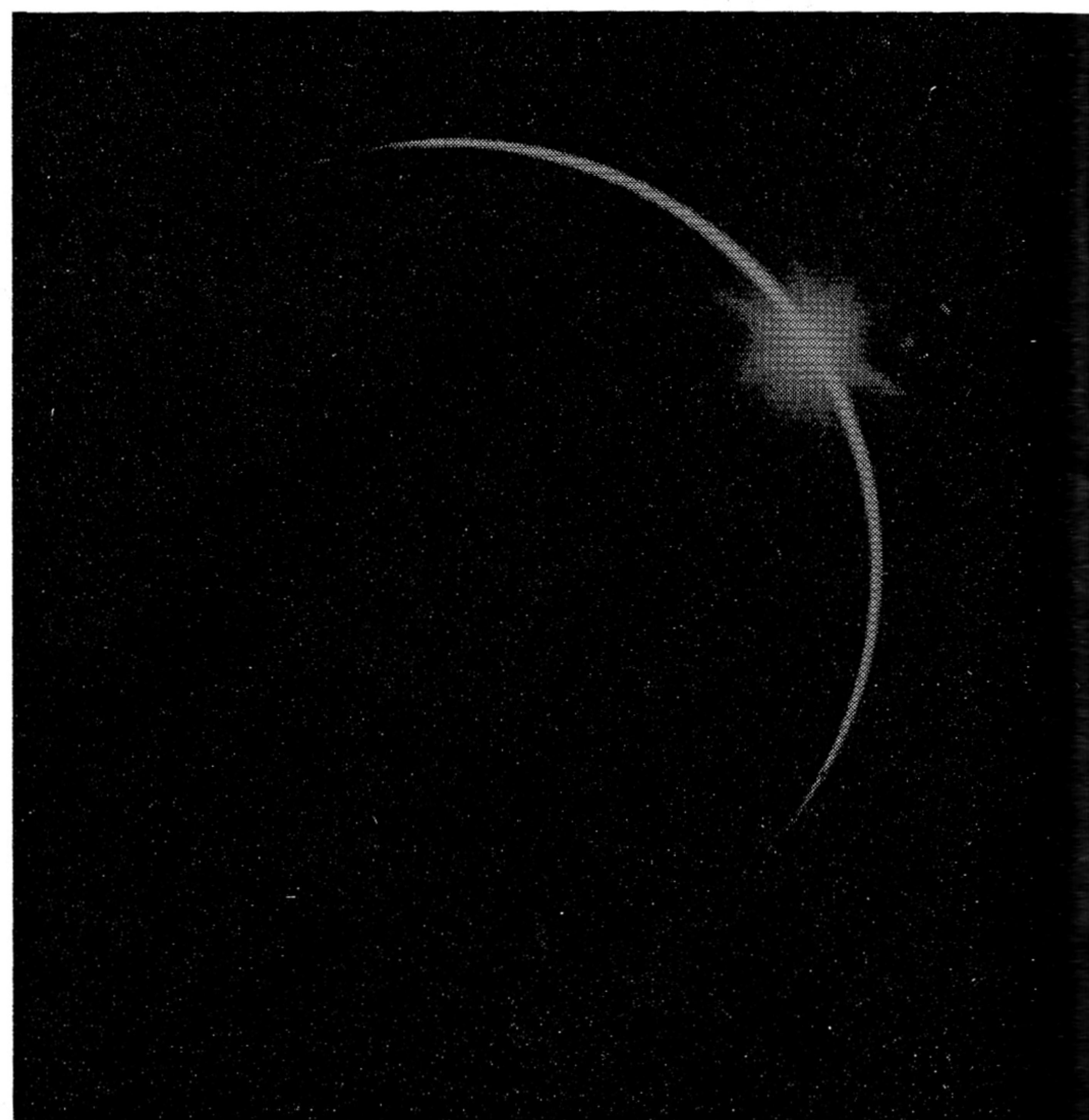
Astronautik in Bildern: APOLLO

Unter ungünstigen Witterungsbedingungen startete Apollo 12 am 14. November 1969, wie auch dieses Bild erkennen läßt. Es wurde von einer automatischen Kamera in 108 m Höhe am Bedienungsturm der mobilen Startplattform gewonnen.

Unmittelbar nach dem Start von Apollo 12 trat ein Blitz auf, der hier im Bild eingefangen ist. Er war vermutlich die Ursache für den Ausfall der Datenübertragung und der Sprechfunkverbindung vom Raumfahrzeug 36 Sekunden nach dem Start: man nimmt an, daß der Blitz in Apollo 12 eingeschlagen ist.



Eine künstliche totale Sonnenfinsternis erlebten die Astronauten des Fluges Apollo 12 auf dem Weg zum Mond. Die dunkle Erde deckte die Sonnenscheibe ab. Nur die Erdatmosphäre ist als leuchtender Ring zu erkennen. (Alle Photos: NASA)



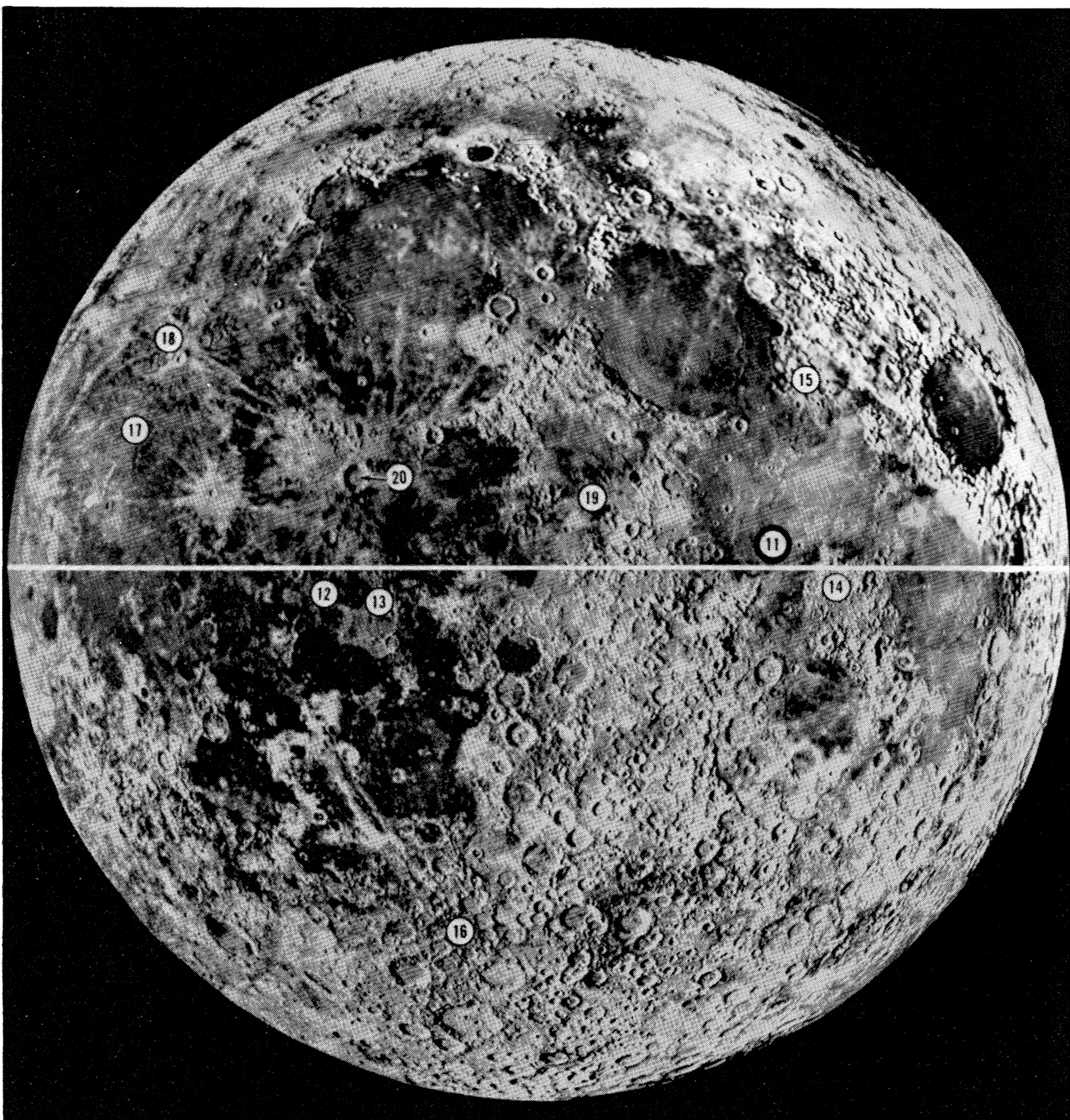


Bild: US/S

Die zukünftigen Landeplätze der Apollo-Astronauten

sind bereits vor einiger Zeit von der NASA ausgewählt worden. Erst die erfolgreiche „Punktlandung“ des Fluges Apollo 12 indessen hat die Gewißheit gestärkt, daß die ehrgeizigen Pläne für die weiteren Mondlandungen technisch realisierbar sein dürften. Die Mondkarte (mit Orientierung Norden oben) zeigt die beiden bereits erreichten Landeplätze von Apollo 11 und Apollo 12, sowie die vorgesehenen Landeplätze für die Flüge Apollo 13 bis Apollo 20. Es sind dies:

Apollo 13 im März 1970 im Hochland beim Krater Fra Mauro

Apollo 14 im Juli 1970 im Krater Censorinus

Apollo 15 im November 1970 im Krater Littrow

Apollo 16 im März 1971 im Krater Tycho

Apollo 17 im September 1971 im Krater Marius

Apollo 18 im Februar 1972 im Schröter-Tal

Apollo 19 im Juli 1972 bei der Hyginus-Rille

Apollo 20 im Dezember 1972 bei den Zentralbergen des Kraters Kopernikus.

Die Ergebnisse der sowjetischen Venussonden V und VI

Von Harro Zimmer, Wilhelm-Foerster-Sternwarte, Berlin

Die Flüge der sowjetischen Venussonden Nr. V und VI sind hinsichtlich der wissenschaftlichen Resultate intensiv diskutiert worden. Erst in den letzten Monaten haben die Meßdaten eine sinnvolle Erklärung erfahren.

Das diesjährige Startfenster zur Venus, das sich bekanntlich rund 87 Tage vor der unteren Konjunktion des Planeten öffnet, wurde von der Sowjetunion mit dem Abschluß zweier Raumsonden genutzt. Nachdem am 18. Oktober 1967 die Landekapsel von *Venus IV* erste direkte Temperatur- und Druckmessungen sowie Gasanalysen in der Atmosphäre ermöglichte, wurden *Venus V* und *VI* auf Grund eines neuen Atmosphärenmodells technisch entsprechend modifiziert. Der Doppelstart hatte für die Sowjets besondere Bedeutung, da Zweifel an der Realität der von *Venus IV* erhaltenen Druck- und Temperaturwerte von $P_{\text{Boden}} = 20 \pm 2$ Atmosphären und $T_{\text{Boden}} = 270 \pm 7$ °C geäußert wurden. Messungen von *Mariner V* ergaben wesentlich höhere Werte, die nur mit denen von *Venus IV* in Übereinstimmung zu bringen waren, wenn man annahm, daß die 94 Minuten dauernde Datenübertragung der Landekapsel nicht am Boden, sondern schon in 35 km Höhe aussetzte. Die Richtigkeit dieser Überlegungen konnte durch das letzte sowjetische Venus-experiment bestätigt werden.

Venus V wurde am 5. Januar 1969 um 06^h28^m GMT vom Kosmodrom Tyuratam mit einer leicht modifizierten *Wostok*-Trägerrakete (635 000 kp Schub) gestartet. Nach dem Einschub in die Parkbahn mit 51,4° Bahnneigung erfolgte um 07^h47^m GMT (= 8^h47^m MEZ) durch ein 228 Sekunden langes Zünden des Triebwerks der letzten Raketenstufe der Übergang in die endgültige Flugbahn. Am 10. Januar 1969 wurde unter ähnlichen Bedingungen,

mit einer gering höheren Anfangsgeschwindigkeit, *Venus VI* auf den Kurs zum Nachbarplaneten gebracht. Bei beiden Starts herrschten auf dem Kosmodrom denkbar ungünstige Witterungsbedingungen, mit einer Temperatur von -35 °C und teilweise sehr hohen Windgeschwindigkeiten.

Die Startmassen der Sonden betrugen jeweils 1130 kg, womit sie um rund 20 kg schwerer als *Venus IV* waren. Die 3,50 m langen Sonden bestanden aus 2 Einheiten, dem Kommandoteil mit den Solarzellen-Flächen und der 1,0 m großen kugelförmigen Landeeinheit, die 404,5 kg wog. Sie war für Bremsbelastungen bis zu 500 G ausgelegt und enthielt Flüssigkeits-Schockabsorber zum Schutz der Inneneinrichtung. Zur Messung des Abstiegsverlaufes diente ein verbessertes Höhenradar. Um die Fallgeschwindigkeit zu verkürzen, wurden die Querschnitte der Bremsfallschirme, die Temperaturen bis zu 500 °C vertragen konnten, auf ein Drittel des bei *Venus IV* verwendeten Durchmessers verkürzt. In der Kapsel waren 11 Gasanalysatoren untergebracht, die mit selektiven Absorbern, so z. B. Phosphorpentoxid für Wasser oder weißem Phosphor für Sauerstoff, ausgestattet waren. Die quantitative Bestimmung der einzelnen Komponenten wurde durch eine Differenzdruck-Messung an einer Membrane vor und hinter dem entsprechenden Absorber durchgeführt. Temperatur und Druck wurden mit Aneroidbarometern und Widerstandsthermometern ermittelt, während zur Bestimmung der Gasdichte die

Änderung der Schwingungsamplitude eines Stimmgabelsystems herangezogen wurde.

Die Datenübertragung wurde auf den Frequenzen von 922,763 MHz und 922,736 MHz abgewickelt, wobei zwei Rundstrahlantennen und eine leistungsfähige Parabol-Antenne von 2,30 m Durchmesser eingesetzt wurden. Während des gesamten Fluges wurden 73 Funkkontakte mit *Venus V* und 63 mit *Venus VI* hergestellt. In diesen Kommunikationsperioden wurden meist Kommandos zur Änderung der Orientierung der Sonden erteilt, um die Parabolantenne zur Übermittlung der gespeicherten Telemetrie und der Daten des Meßgerätes für die kosmische Strahlung exakt zur Erde auszurichten.

Nach 130tägigem Flug erreichte *Venus V* am 16. Mai 1969 den Planeten, wo im Abstand von 49800 km um 04^h08^m GMT die automatische Landesequenz eingeleitet wurde. In einer Entfernung von 36920 km von der Planetenoberfläche wurde die Landekapsel von der Kommandoeinheit abgetrennt und tauchte um 06^h01^m GMT mit einer Geschwindigkeit von 11,18 km/s in die dichteren Schichten der Venusatmosphäre ein. Bei einem Eintrittswinkel von 62 bis 65° zum lokalen Horizont betrug die Bremsverzögerung 450 G, 50% mehr als bei *Venus IV*. Am 17. Mai 1969 wurde die Landekapsel von *Venus VI* erst in einem Abstand von 24900 km abgetrennt. Sie begann um 06^h03^m GMT ihren Abstieg in die Atmosphäre. Nachdem durch die aerodynamische Abbremsung die Fallgeschwindigkeit der Kapseln auf 210 m/s abgesunken war, entfalteten sich die Bremsfallschirme und wenig später die Hauptfallschirme und die Sendeantennen. Der Abstieg wurde durch das im Dezimeter-Gebiet arbeitende Höhen-Radar kontrolliert, dessen Meßbereich 50 bis 10 km umfaßte. Durch eine geschickte Wahl des Schwerpunktes der Kapseln konnte die exakt senkrechte Orientierung des Höhen-Radars erreicht werden. Mit dem Entfalten des Hauptfallschirmes begann die Datenübertragung zur Erde. *Venus V* sendete 53 Minuten lang Meßwerte und legte dabei 36 km in der Planetenatmosphäre zurück, während *Venus VI* 51 Minuten lang arbeitete und dabei 38 km zurücklegte. Jeweils zwei Gasanalysen wurden von jeder Kapsel vorgenommen:

1. Messung: *Venus V* bei 0,6 At. und 25 °C,
Venus VI bei 1 At. und 60 °C.
2. Messung: *Venus V* bei 5,0 At. und 150 °C,
Venus VI bei 10 At. und 225 °C.

Alle 40 bis 50 Sekunden wurden jeweils Druck und Temperatur gemessen, so daß je Kapsel etwa 70 Temperatur- und 50 Druckwerte vorliegen. Die Werte umfassen Bereiche von 25 bis 320 °C und 0,5 bis 27 Atmosphären und liegen alle sehr gut auf einem adiabatischen Profil. Die Endwerte von 320 °C und 27 Atmosphären stellen jedoch nicht die Bodenbedingungen dar, wie man ursprünglich glaubte, da zu diesen Werten Abstandsmessungen zur Oberfläche durch das Höhen-Radar vorliegen. Sie ergaben für *Venus V* 25 ± 1 km und für *Venus VI* 11 ± 1 km.

Die Kapseln sind nur bis zu einer Außendruck-Belastung von etwa 27 Atmosphären stabil, so daß das Ende des Funkkontaktes durch eine mechanische Zerstörung der Aggregate, wie auch bei *Venus IV*, verursacht wurde. Die Wärmeisolierung in den Landekapseln funktionierte befriedigend: So stieg die Temperatur während der Meßperiode nur von 13° auf 28 °C an. *Venus V* und *VI* gingen, rund 200 km vom vorausberechneten Zielgebiet, etwa in 2700 km Abstand vom Terminator auf der Nachtseite des Planeten nieder. Beide Landeplätze sind 298 km voneinander entfernt. Aus den zuletzt gemessenen Höhenangaben ergibt sich ein Niveau-Unterschied der Landegebiete von 12 bis 16 km. Dieser Befund erscheint zunächst verwunderlich. Man hat aber z. B. auf dem Planeten Mars durch Radarmessungen ähnliche Differenzen zwischen den hellen und dunklen Gebieten gefunden. Allerdings geben die sehr intensiven Venus-Radarstudien noch keinerlei Hinweise in dieser Richtung, so daß das Vorhandensein erheblicher systematischer Fehler in der Höhenmessung nicht ausgeschlossen ist. Legt man das aus den Messungen resultierende adiabatische Atmosphären-Modell zugrunde, so erhält man für das Landegebiet von *Venus V* einen Bodendruck von 150 Atmosphären und eine Temperatur von 530 °C, für *Venus VI* 60 Atmosphären und 400 °C. Mittelt man die Ergebnisse beider Sonden, so resultiert daraus: $P_{\text{Boden}} = 105$ Atmosphären, $T_{\text{Boden}} = 738 \text{ }^{\circ}\text{K} = 465 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Diese Werte sind ausgezeichnet mit neueren radioastronomischen Atmosphären-Modellen verträglich. (Man vergleiche z. B. mit *D. O. Muhleman*, *Astron. J.* 74, 66, 1969.) Die Ergebnisse der Gasanalysen sind nachstehend im Vergleich zu den von *Venus IV* und *Mariner V* erhaltenen Werten zusammengestellt.

Komponente	Venus V und VI	Venus IV	Mariner V
Kohlendioxid (CO ₂)	93—97%	90%	72—87%
Stickstoff und Edelgase	2—5%	unter 7%	über 10%
Sauerstoff (O ₂)	maximal 0,4%	unter 1%	Spuren
Wasserdampf (H ₂ O)	4—11 mg/l	1—8 mg/l	Spuren

Die Wasserdampf-Messungen beziehen sich auf eine Höhe, die dem Luftdruck von 0,6 Atmosphären entspricht. Sie liegt weit unter der Sättigungsgrenze, so daß Wasserdampf-Wolken nicht vorhanden sein können. Die Wasserstoff-Korona der Venus konnte schon in einem Abstand von 18900 km von der Planetenoberfläche erfaßt werden. 3900 km über der Planetenoberfläche betrug die Wasserstoffkonzentration bereits 100 Atome pro cm³. Beide Kapseln führten lichtelektrische Meßeinheiten zur Helligkeitsmessung im visuellen und infraroten Bereich mit, deren Grenzepfindlichkeit bei 0,5 Watt/m² lag. Während des gesamten Abstieges traten keine Helligkeitswerte über diesem Grenzwert auf, so daß die Nachtseite wirklich absolut dunkel ist. Eine Beobachtung ist noch nicht geklärt: Vier Minuten vor dem Ende der

Telemetrie zeigte die Meßzelle in der Sonde *Venus V* einen plötzlichen Helligkeitsanstieg auf 25 Watt/m². Ob es sich hier um ein echtes atmosphärisches Phänomen, wie z. B. einen Blitz, oder um eine Wechselwirkung des Kapselmaterials mit der Lufthülle (chemische Reaktion unter Lichtemission) handelt, konnte noch nicht mit Sicherheit entschieden werden.

Ein interessanter Nebenfund dieser Flüge war die Beobachtung, daß die Intensität der galaktischen kosmischen Strahlung um 15% seit 1967 (*Venus IV*) und um 40% seit 1965 (*Venus II* und *Sonde III*) abgenommen hat. Diese Aussage ist allerdings bereits auf starke Kritik gestoßen.

Bisher sind die Ergebnisse der Missionen von *Venus V* und *VI* noch nicht in allen Einzelheiten veröffentlicht worden. Eines ist jedoch sicher: Die hohen Temperaturen und der extreme Luftdruck am Boden sind eine Realität. Alle Theorien, die die hohen, auch radioastronomisch ermittelten Temperaturen durch Effekte in der Venus-Ionosphäre deuten wollten, sind hinfällig geworden. Die astronautische Erkundung der Venusoberfläche zählt zu den schwierigsten technologischen Problemen. Die Flüge von *Venus V* und *VI* waren wichtige Vorstufen zur Enthüllung der Rätsel um unseren Nachbarplaneten, der in vieler Hinsicht eine Sonderstellung im Sonnensystem einnimmt.

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V.

2. Jahrestagung, Bremen, 22. bis 24. September 1969

Die rund 3 600 Mitglieder zählende Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt hielt in Bremen im September 1969 ihre zweite, gut besuchte Jahrestagung ab. Der Themenkreis, der in Überblickvorträgen und Fachreferaten behandelt wurde, umfaßte alle Disziplinen der Luft- und Raumfahrt.



„Wird es gut gehen?“, hatte sich so mancher gefragt, als 1968 die Fusion zwischen der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e. V. (WGLR) und der Deutschen Gesellschaft für Raketentechnik und Raumfahrt e. V. (DGLR) zustande kam. Viele hatten diese Frage sicher aus echter Sorge gestellt, denn der Bogen, der sich von der Luftfahrt zur Raumfahrt spannt, ist weit und die individuellen Interessen oft sehr verschieden.

Nun, heute kann man getrost sagen: „es ist gut gegangen!“. Die neue Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e. V. (DGLR) hat sich zu einem echten, star-

Prof. Dr. Reimar Lüst, erster Vorsitzender der DGLR, bei seiner Begrüßungsansprache (Photo: Klink)



Ein Blick in den Vortragssaal in Bremen.
(Photo: Klink)



Dr. W. Knieper, VFW, beim Eröffnungsvortrag „Luft- und Raumfahrt als gesellschaftspolitische Aufgabe“. (Photo: Klink)

ken Abkömmling ihrer Muttergesellschaften entwickelt. Auch die Kluft zwischen den Anhängern der Luftfahrt und denjenigen der Raumfahrt, die so mancher anfänglich zu sehen glaubte, ist geschlossen. Mit einem Mitgliederstand von rund 3 600 Personen ist die DGLR eine starke, beachtenswerte und beachtete Organisation geworden, die fähig und prädestiniert ist, die Interessen der Luft- und Raumfahrt zu vertreten.

Bei der zweiten Jahrestagung, abgehalten in Bremen vom

22. bis 24. September 1969, kam dies deutlich zum Ausdruck. In einem großen Angebot von Vorträgen wurde jedem etwas gegeben. Die Beschränkung der Veranstaltung auf drei Tage trug der starken Beanspruchung der meisten Menschen Rechnung und führte zu einer Konzentrierung des Programms. Die Fülle der angebotenen Referate zwang mit Recht dazu, die Ausführungen der Redner — von den Plenum- und Gedächtnisvorträgen abgesehen — auf 20 Minuten zu beschränken. Parallelsitzungen allerdings waren unumgänglich.

Dies waren die Themenkreise, die in Bremen behandelt wurden: Luftfahrttechnik, Aerothermodynamik, Antriebe, Raumfahrttechnik, Flugführung/Regelung, Aerodynamik, Thermaltechnologie, Propeller/Rotoren, Bauweisen/Werkstoffe, Flugmechanik, Raumflugmechanik, Struktur.

Bei der Eröffnung der Tagung sprachen Professor Dr. Reimar Lüst, der erste Vorsitzende der DGLR, Ministerialdirektor Dipl.-Ing. Max Mayer vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung, sowie Bürgermeister H. Koschnik, Präsident des Senats der Freien Hansestadt Bremen. Den Eröffnungsvortrag hielt Dr. W. Knieper von der Geschäftsleitung der Vereinigten Flugtechnischen Werke GmbH (VFW) in Bremen. Sein Thema war ebenso gut gewählt wie behandelt: „Luft- und Raumfahrt als gesellschaftspolitische Aufgabe“.

Die einzelnen Vorträge und Referate hier zu behandeln, würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, zumal sie in Gestalt von Vorabdrucken bei der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt verfügbar sind.

Die Begrüßungsansprache von Ministerialdirektor Max Mayer vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (jetzt Bundesministerium für Wissenschaft und Bildung) findet sich wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung auf den folgenden Seiten der „Weltraumfahrt“ abgedruckt.

Raumfahrt und die Bundesrepublik

Eröffnungsansprache anlässlich der 2. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt in Bremen am 22. September 1969

von Ministerialdirektor Dipl.-Ing. Max Meyer, Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung

Seit der ersten Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt im vergangenen Jahr in Bonn hat eine beträchtliche Zahl recht bedeutsamer Ereignisse stattgefunden, die auf die Tätigkeit unserer Gesellschaft nicht ohne Einfluß bleiben werden.

Im nationalen Bereich haben sich die drei großen deutschen Traditionsgesellschaften der Flugforschung endgültig zu einer Einheitsgesellschaft, der „Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt“, zusammengefunden. Der neue Vorstand hat seine schwierige Arbeit der Koordination und Konzentration im April dieses Jahres aufgenommen.

In der Luft- und Raumfahrtindustrie ist es sowohl im Süden als auch im Norden zu großen und leistungsfähigen Firmenbindungen gekommen.

In beiden Bereichen, in Forschung und Industrie, wird es einer Zeit der Konsolidierung bedürfen, bis die neuen Unternehmenseinheiten ihre angestrebte bessere Wirksamkeit effektiv erreicht haben werden.

In beiden Bereichen ist aber auch das Problem des großen Bedarfs an qualifiziertem Führungspersonal — auch auf der mittleren Ebene — offensichtlich. Der Frage der konsequenten Heranbildung und Fortbildung von Führungspersonal ist daher angesichts der neuen und größeren Aufgaben im Bereich der Luft- und Raumfahrt eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen, wobei eine enge Kooperation, aber auch ein verstärkter Austausch zwischen Forschung und Industrie empfehlenswert ist.

Gleiche Aufmerksamkeit verdient angesichts der wachsenden Kostspieligkeit der auf uns zukommenden Projekte die Einführung moderner Führungsgrundsätze. Sie sollten sich nicht allein auf die Wachstumsstrategie der Unternehmen im „permanenten Spannungsfeld der dynamischen Untersuchungsbereiche“ konzentrieren, sondern vor allem die zuverlässige und kostensparende Realisierung der in Auftrag genommenen Vorhaben zum Ziele haben. Solange die deutsche Luft- und Raumfahrtforschung und -industrie überwiegend auf staatliche Subventionen und Aufträge der Regierung angewiesen sind, werden der expansiven Unternehmensaktivität Grenzen durch die verfügbaren Budgets der Regierungen gesetzt sein. Im Rahmen eines vorgegebenen Budgets wird daher zu überlegen sein, auf welche Weise dem breiten wissenschaftlich-technischen Fortschritt in Forschung und Industrie und der Steigerung der internatio-

nen Wettbewerbsfähigkeit am besten gedient werden kann; ob z. B. durch die Verwirklichung einer Mehrzahl von Projekten unter Anwendung kostensparender Unternehmensführungsmethoden oder durch die Verwirklichung nur weniger Vorhaben auf allgemein kostspielige Weise. Die Anwendung kostenbewußten Denkens wird sich jedenfalls nicht allein auf das Management einzelner Projekte beschränken können, sondern wird sich auch auf den Aufwand für die allgemeine Unternehmensführung erstrecken müssen.

Das Verhältnis Erfolg zum Aufwand wird zunehmend ein kritischerer Faktor werden. Die bloße Übernahme ausländischer Geschäftsführungsprinzipien für sich allein stellt jedenfalls noch nicht unbedingt den Schlüssel zum Erfolg dar.

* * *

Seit der letzten Tagung sind einige bemerkenswerte Ergebnisse erzielt worden:

Für die nach wie vor ausgezeichnete Funktion des HEOS-Satelliten A-1 verdienen das Team der ehemaligen Junkers-Flugzeug- und Motorenwerke und die mit ihm zusammenarbeitenden wissenschaftlichen Institute und ausländischen Partnerfirmen unsere volle Anerkennung. Dieser Erfolg hat die Beauftragung der gleichen Firma mit einem weiteren Forschungssatellitenprojekt HEOS A-2 seitens der European Space Research Organisation (ESRO) zur Folge gehabt.

Die HFB 320 hat weitere Verkaufserfolge im In- und Ausland erzielt. Für die VFW 614 liegen erste Optionen vor. Die Transall-Serie läuft. Der Hubschrauber Bö 105 und die Do 31 haben internationale Aufmerksamkeit gefunden. Senkrecht oder kurzstartende und kurzlandende Flugzeuge werden im Luftverkehr zwischen Ballungszentren der Bevölkerung und im Zubringerdienst zu den internationalen Flughäfen zunehmende Bedeutung gewinnen. Die Bundesregierung wird hierzu weitere Beiträge leisten durch die Förderung von Studien und Entwicklungsarbeiten für ein zivil und militärisch verwendbares Transportflugzeug.

Leider steht der Erfolg der dritten Stufe der ELDO-Raumfahrzeugträgerrakete „Europa 1“ noch aus. Den ersten deutschen Forschungssatelliten „Azur 1“, der in diesen Tagen nach den Vereinigten Staaten zum Start am 6. November 1969 unterwegs ist, begleiten unsere guten Wünsche.

Das deutsche Satellitenkontrollzentrum in Oberpfaffenhofen und die erste Ausbaustufe des Deutschen Bodestationssystems für den Satellitendatenempfang in Lichtenau bei Weilheim in Oberbayern sind unter der Leitung der DFVLR rechtzeitig betriebsbereit geworden.

Das Jahr 1969 hat ferner eine Reihe wesentlicher Entscheidungen für die zukünftige Arbeit gebracht:

Mit Frankreich ist eine Vereinbarung über die Entwicklung und den Bau eines Satelliten DIAL zustande gekommen, dessen Start im Jahre 1970 mit einer französischen Trägerrakete vom Typ Diamant B erfolgen soll.

Darüber hinaus sind mit der NASA Abkommen über zwei bedeutende Vorhaben geschlossen worden, nämlich über einen zweiten deutschen Forschungssatelliten zur Erforschung der Ionosphäre und über einen interplanetaren Raumflugkörper, nämlich die Sonnensonde „Helios“, die beide in deutsch-amerikanischer Zusammenarbeit verwirklicht werden sollen und die beide wissenschaftlich-technisches Neuland darstellen. Dies alles sind Vorhaben, die es der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie ermöglichen dürften, ihre Leistungsfähigkeit weiterhin und in beachtlich zunehmendem Umfang unter Beweis zu stellen.

Für 1969 hat der Bund seine Mittel für die Luft- und Raumfahrt spürbar erhöht. Für die Förderung der zivilen Flugzeugentwicklung stehen in diesem Jahre 98 Millionen DM, für die Förderung der wehrtechnischen Luftfahrt über 400 Millionen DM und für die Förderung der Weltraumforschung 350 Millionen DM zur Verfügung. Im Zusammenhang mit diesen neuen Projekten der Luft- und Raumfahrt werden sich auch für die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt weitere zahlreiche Probleme ergeben, die einer sorgfältigen wissenschaftlichen Behandlung und Durchdringung bedürfen.

Ein Blick über die Grenzen hinaus zeigt uns, wohin der Trend der Entwicklung geht. Hier sind seit der letzten Tagung mehrere spektakuläre Ergebnisse erzielt worden. Zu ihnen gehört die Einleitung der Flugerprobungsphase für Überschallverkehrsflugzeuge, die in Frankreich und in England mit den Concorde-Prototypen 001 und 002 und in der Sowjetunion mit dem Typ Tupolew 144 aufgenommen wurde. Da der Sowjetunion zeitraubende bi- oder multilaterale Einigungsbemühungen erspart bleiben, ist die Sowjetunion den Europäern eine Nasenlänge voraus. Ihr Prototyp hat, Verlautbarungen zufolge, bereits vor einiger Zeit Überschallflüge ausgeführt. Zu den spektakulären Ergebnissen gehört aber vor allem der erfolgreiche bemannte Flug um den Mond vom Dezember vergangenen Jahres und die bemannte Landung auf dem Mond vom Juli dieses Jahres. Beides sind historische Ereignisse, die in Rundfunk, Fernsehen und Presse eingehend gewürdigt worden sind. Für die zukünftige Aktivität der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt werden diese Ereignisse mitbestimmend sein, wobei wir uns wohl darüber im klaren sein müssen, daß der Übergang von der traditionellen Luftfahrt — unter Einschluß der heute im Verkehr befindlichen Flugzeuge — zu den genannten weit fortgeschrittenen Flugsystemen der Luft- und Raumfahrt de facto ohne die



Ministerialdirektor Max Mayer bei seiner Ansprache in Bremen. (Photo: Klink)

Mitwirkung der deutschen Flugforschung und Entwicklung stattgefunden hat. Diese sehr fortgeschrittenen Flugsysteme werden zwangsläufig — das hat die Geschichte der Entwicklung der Technik an vielen Beispielen bewiesen — selbst wiederum die Ausgangsbasis für weiter fortgeschrittene Flugsysteme bilden. Wir sehen daher eine Lücke vor uns, die zu überbrücken schwerfällt. Unaufhaltsam drängt der Trend der Entwicklung zu immer größeren Geschwindigkeiten, Flughöhen und Reichweiten. Im Rahmen des Post-Apollo-Programms der NASA werden mit großer Wahrscheinlichkeit bemannte Außenstationen entwickelt werden, zu denen der Fracht- und Personenverkehr mittels Pendel-Raumflugzeugen abgewickelt werden wird. Diese Space-Shuttle-Flugzeuge werden unter Ausnutzung der Anlagen von Flughäfen, die auch dem internationalen Luftverkehr dienen, auf unkonventionelle Art starten, aber auf konventionelle Art zur Wiederverwendung landen, wobei als Treibstoff Flüssig-Wasserstoff und Flüssig-Sauerstoff verwendet werden. NASA-Experten sind der Ansicht, daß die Handhabung dieser Treibstoffe schon heute einen Grad der Sicherheit in der Anwendung erreicht hat, daß sie in einigen Jahren ohne Bedenken auch für einen Personenroutineverkehr eingesetzt werden können.

Angesichts dieser voraussichtlichen Entwicklung ist es in immer kürzeren Zeitabständen notwendig, den Standort der deutschen Flugforschung neu zu bestimmen und ihre Ausrichtung auf zukünftige Aufgaben neu zu definieren. Die Jahrestagungen der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt geben hierzu einen geeigneten Anlaß und gute Möglichkeiten.

Künstliche Erdsatelliten und Raumsonden: Situationsbericht

Gestartete Objekte

Zeitraum: 1. Juni 1969 bis 31. Oktober 1969

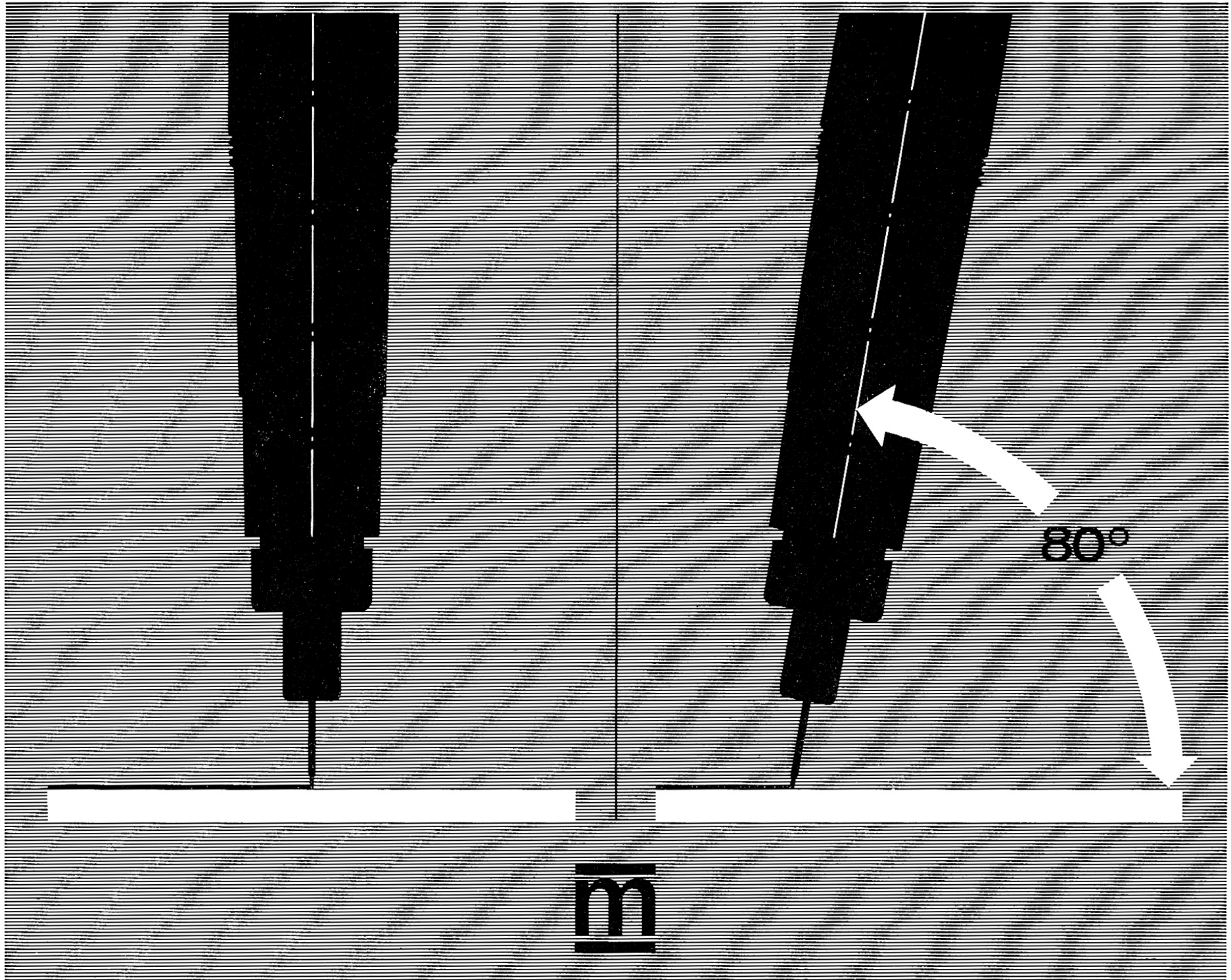
In der nachstehenden Tabelle sind sämtliche zwischen dem 1. Juni 1969 und dem 31. Oktober 1969 erfolgreich gestarteten, vom Goddard-Raumflugzentrum der NASA registrierten künstlichen Erdsatelliten und Raumsonden aufgeführt, sofern es sich nicht um militärische, der Geheimhaltung unterliegende Flugkörper handelt.

Objekt	Name	Ursprungs- land	Startdatum	Umlauf- zeit m	Bahn- neigung	Apogäum km	Perigäum km	Sendefrequenz Megahertz
1969 49 A	Kosmos 285	UdSSR	3. Juni	92.1	71.0	493	266	
1969 51 A	OGO 6	USA	5. Juni	99.6	81.9	1087	400	136.200a) 400.250a) 400.850a)
1969 52 A	Kosmos 286	UdSSR	15. Juni	89.7	65.4	322	197	
1969 53 A	Explorer 41	USA	21. Juni	4840.0	83.8	213849	378	136.080a)
1969 54 A	Kosmos 287	UdSSR	24. Juni	88.9	51.7	254	186	
1969 55 A	Kosmos 288	UdSSR	27. Juni	89.2	51.7	270	199	
1969 56 A	Bios 3	USA	29. Juni	92.0	33.5	387	356	136.050a) 136.680a) 242.000a) 240.200a)
1969 57 A	Kosmos 289	UdSSR	10. Juli	89.6	65.4	324	208	
1969 58 A	Luna 15	UdSSR	13. Juli		Mondumlaufbahn			
1969 59 A	Apollo 11*	USA	16. Juli	88.2	32.7	103	103	
1969 59 C	Apollo 11 Mondfähre LM	USA	16. Juli		Mondumlaufbahn			
1969 60 A	Kosmos 290	UdSSR	22. Juli	89.6	65.4	323	192	
1969 61 A	Molnija 1, Nr. 12	UdSSR	22. Juli	711.0	64.9	39526	496	
1969 64 A	Intelsat 3, F-5	USA	26. Juli	146.7	30.3	5399	269	
1969 66 A	Kosmos 291	UdSSR	6. August	91.2	62.2	527	143	
1969 67 A	Sonde 7	UdSSR	7. August	Mondumfliegung und Rückkehr zur Erde				
1969 68 A	OSO 6	USA	9. August	95.1	32.9	553	491	136.710a)
1969 68 B	PAC I	USA	9. August	95.0	32.9	552	486	136.320a)
1969 69 A	ATS 5	USA	12. August	1463.9	2.7	36898	35762	136.470a) 137.350a)
1969 70 A	Kosmos 292	UdSSR	13. August	99.8	74.0	765	745	
1969 71 A	Kosmos 293	UdSSR	16. August	88.9	51.7	244	202	
1969 72 A	Kosmos 294	UdSSR	19. August	89.7	65.4	343	205	
1969 73 A	Kosmos 295	UdSSR	22. August	91.9	71.0	473	270	
1969 75 A	Kosmos 296	UdSSR	29. August	89.6	64.9	299	227	
1969 76 A	Kosmos 297	UdSSR	2. September	89.6	72.8	309	204	
1969 77 A	Kosmos 298	UdSSR	15. September	87.3	49.6	162	127	
1969 78 A	Kosmos 299	UdSSR	18. September	89.2	64.9	219	207	
1969 80 A	Kosmos 300	UdSSR	23. September	88.2	51.5	189	183	
1969 81 A	Kosmos 301	UdSSR	24. September	89.2	65.4	279	192	
1969 83 A	ESRO 1 B	ESRO	1. Oktober	91.2	85.1	378	294	136.170a) 136.950a)
1969 84 A	Meteor 2	UdSSR	6. Oktober	97.6	81.2	676	619	
1969 85 A	Sojus 6	UdSSR	11. Oktober	88.8	51.7	229	194	
1969 86 A	Sojus 7	UdSSR	12. Oktober	88.4	51.6	217	200	
1969 87 A	Sojus 8	UdSSR	13. Oktober	89.4	51.6	278	215	
1969 88 A	Interkosmos 1	UdSSR	14. Oktober	93.0	48.3	580	254	
1969 89 A	Kosmos 302	UdSSR	17. Oktober	89.6	65.4	320	207	
1969 90 A	Kosmos 303	UdSSR	18. Oktober	91.7	70.9	457	268	
1969 91 A	Kosmos 304	UdSSR	21. Oktober	99.8	74.0	760	742	
1969 92 A	Kosmos 304	UdSSR	22. Oktober	88.4	51.4	340	203	
1969 93 A	Kosmos 306	UdSSR	24. Oktober	89.5	64.9	307	203	
1969 94 A	Kosmos 307	UdSSR	24. Oktober	109.1	48.4	2157	213	

a) = sendet nur auf Abruf
* = Erste Landung von Menschen auf dem Mond am 20. Juli 1969 21^h17^m MEZ

Der MARS-700 m ist ein „Sowohl - als auch - und trotzdem“-Tuschezeichner,

denn man kann ihn bei der Arbeit
sowohl genau senkrecht **als auch**
leicht schräg halten. **Und trotzdem**
zeichnet er stets normgerecht.



Also: **sowohl** genau senkrecht

und trotzdem
absolut normgerecht!

als auch
leicht schräg, d. h. bequemer und
wie in der Praxis üblich,

Auch bei der schrägen Haltung des
MARS-700 m gleitet seine Zeichen-
spitze dank dem abgerundeten und

präzisionsgeschliffenen Zeichen-
röhrchen leicht und weich und ohne
jedes Kratzen über die Zeichen-
fläche.

Beim MARS-700 m war das schon
immer so.

Informationsmaterial anfordern von

Abgestürzte Objekte

Zeitraum: 1. Juni 1969 bis 31. Oktober 1969

Die nachfolgende Tabelle faßt alle im Zeitraum zwischen dem 1. Juni 1969 und dem 31. Oktober 1969 wieder in die Erdatmosphäre eingetretenen oder planmäßig zurückgeholten Objekte zusammen.

Objekt	Name	Ursprungsland	Startdatum	Absturz
1964 04 A	Echo 2	USA	25. Januar 1964	7. Juni 1969
1969 48 A	Kosmos 284	UdSSR	29. Mai 1969	6. Juni 1969
1969 52 A	Kosmos 286	UdSSR	15. Juni 1969	23. Juni 1969
1969 33 A	Kosmos 277	UdSSR	4. April 1969	6. Juli 1969
1969 54 A	Kosmos 287	UdSSR	24. Juni 1969	2. Juli 1969
1969 55 A	Kosmos 288	UdSSR	27. Juni 1969	5. Juli 1969
1969 56 A	Bios 3, Kapsel	USA	29. Juni 1969	7. Juli 1969a)
1969 57 A	Kosmos 289	UdSSR	10. Juli 1969	15. Juli 1969
1969 58 A	Luna 15	UdSSR	13. Juli 1969	21. Juli 1969b)
1969 59 A	Apollo 11	USA	16. Juli 1969	24. Juli 1969c)
1969 60 A	Kosmos 290	UdSSR	22. Juli 1969	30. Juli 1969
1965 60 A	Pegasus 3	USA	30. Juli 1965	4. August 1969
1969 67 A	Sonde 7	UdSSR	7. August 1969	14. August 1969d)
1968 43 A	Kosmos 221	UdSSR	24. Mai 1968	31. August 1969
1969 71 A	Kosmos 293	UdSSR	16. August 1969	28. August 1969
1969 72 A	Kosmos 294	UdSSR	19. August 1969	27. August 1969
1967 31 A	ATS 2	USA	6. April 1967	2. September 1969
1969 66 A	Kosmos 291	UdSSR	6. August 1969	8. September 1969
1969 75 A	Kosmos 296	UdSSR	29. August 1969	6. September 1969
1969 76 A	Kosmos 297	UdSSR	2. September 1969	10. September 1969
1969 77 A	Kosmos 298	UdSSR	15. September 1969	15. September 1969
1969 78 A	Kosmos 299	UdSSR	18. September 1969	22. September 1969
1969 80 A	Kosmos 300	UdSSR	23. September 1969	27. September 1969
1969 81 A	Kosmos 301	UdSSR	24. September 1969	2. Oktober 1969
1969 85 A	Sojus 6	UdSSR	11. Oktober 1969	16. Oktober 1969
1969 86 A	Sojus 7	UdSSR	12. Oktober 1969	17. Oktober 1969
1969 87 A	Sojus 8	UdSSR	13. Oktober 1969	18. Oktober 1969
1969 89 A	Kosmos 302	UdSSR	17. Oktober 1969	25. Oktober 1969
1969 92 A	Kosmos 305	UdSSR	22. Oktober 1969	24. Oktober 1969

a) = erfolgreicher Wiedereintritt und Bergung

b) = Mondaufschlag

c) = Mondlandung, Wiederstart mit LM-Startstufe, Rendezvous in Mondumlaufbahn, erfolgreiche Rückkehr und Bergung

d) = Mondumfliegung und Rückkehr zur Erde und Bergung

KURZBERICHTE

Bemannte Raumfahrt

Vertragsfirma für Mondfahrzeug auserwählt

Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA hat Ende Oktober 1969 die Boeing Company, Aerospace Group, Huntsville, Alabama, damit beauftragt, vier einsatzfähige Mondfahrzeuge (Lunar Roving Vehicles) zu entwerfen, zu entwickeln, zu erproben und zu liefern, sowie das dazugehörige Erprobungs- und Trainingsgerät zu schaffen. Die vier Fahrzeuge sollen im Rahmen der weiteren Apollo-

Mondlandungen auf der Mondoberfläche verwendet werden. Neben der Firma Boeing hatten sich die Firmen Grumman, Chrysler und Bendix um den Auftrag bemüht. Der Wert des auf Kostenersatz und Erfolgshonorar basierenden Vertrages liegt bei 19 Millionen Dollar. Die vier-rädrigen Fahrzeuge sollen auf der Mondoberfläche die beiden Astronauten sowie eine Reihe von Ausrüstungsgegenständen und Behältern für die Aufnahme von Mondbodenproben über Strecken von mehreren Kilometern im Umkreis der Mondfähre transportieren. Sie werden an Bord der Landestufen der Mondfähren bei Flügen gegen Ende 1971 und im Jahre 1972 zum Mond gebracht werden.

Aerodynamische Einwirkung Ursache des Absturzes des LLTV Nr. 1

Ein Untersuchungsausschuß der NASA, der im Zusammenhang mit dem Absturz des Mondlande-Training-Fahrzeugs auf dem US-Luftwaffen-Flugplatz Ellington in Texas am 8. Dezember 1968 gebildet worden war, hat seinen Abschlußbericht erstellt. Nach Ansicht des Ausschusses sind unerwartete aerodynamische Kräfte an dem Kontrollsystem des Mondlande-Übungsgeräts daran schuld gewesen, daß das Fluggerät nach einer Flugzeit von 4 Minuten aus einer Höhe von 200 Metern abstürzte, kurz nachdem der Pilot eine simulierte Mondlandung mit dem Gerät

begonnen hatte. In dieser Phase neigte sich das Fahrzeug, das durch Raketen sowie eine Stahlturbine angetrieben wird, welche fünf Sechstel der Erdgravitation kompensiert und damit das Gravitationsfeld des Mondes simuliert, gefährlich zur Seite. Als der Pilot Joseph S. Algranti versuchte, das Fluggerät wieder unter Kontrolle zu bringen, begann es einige Male zu oszillieren. Diese Schwingungen wurden so stark, daß das Triebwerk und die Raketen die Erdgravitation nicht mehr ausgleichen konnten, so daß das Gerät mit zunehmender Geschwindigkeit zu fallen begann. Daraufhin setzte der Pilot in etwa 30 m Höhe seinen Schleudersitz in Tätigkeit. Der Sitz brachte ihn auf eine Höhe von 60 m, wo sich der Fallschirm öffnete und ihn von dem Aufschlagplatz des LLTV und dem Feuer, das dort ausgebrochen war, wegtrug. Der Pilot landete unverletzt; er hatte lediglich einige Schrammen durch die Gewalt des Heraus-schleuderns mit dem Sitz davongetragen. (Wir verweisen auf die Bildserie des Absturzes, die wir in Heft 1/2, 1969 der „Weltraumfahrt“ auf Seite 35 publiziert haben.) Der Untersuchungsausschuß verabschiedete 11 Empfehlungen, die die Zuverlässigkeit und Sicherheit bei künftigen LLTV-Flügen und beim Mondlandetraining der Astronauten verbessern sollen. Zu ihnen gehören die Durchführung von Windkanalversuchen, um die aerodynamischen Eigenschaften des LLTV genauer zu bestimmen, verbesserte Anzeigeeinstrumente und Erhöhung der Schubkraft, sowie Betriebsvorschriften, in denen sich genaue Angaben über vorausgehende Windmessungen und Sicherheitsmaßnahmen finden.

Das LLTV ist ein reines Trainingsgerät, mit dem der Anflug auf dem Mond simuliert werden kann. Es hat technisch mit der Mondfähre LM, die bei den Apollo-Flügen benutzt wird, nichts gemeinsam.

Raketen

Dritter Bodenversuch mit erster Stufe der „Diamant B“

Am 25. November 1969 fand in den Anlagen der L.R.B.A. (Laboratoire de Recherches Balistiques et Aérodynamiques) in Vernon in Frankreich die dritte Boden-erprobung der ersten Stufe der französischen Rakete Diamant B statt. Die Raketenstufe, die von der Firma Nord-Aviation für die französische Raumfahrt-behörde CNES gebaut wird, hat einen Durchmesser von 1,40 m, eine Höhe von 14 m, ein Leergewicht von 32 000 kg und führt eine Treibstoffmenge von

17 760 kg für zwei Minuten Brennzeit mit. Ihr Maximalschub beträgt 46 000 kp. Die Diamant-B-Rakete soll im März 1970 für den Start des deutschen technologischen Satelliten „DIAL“ verwendet werden. Dieser Start findet von den neuen Anlagen in Kourou in Französisch-Guyana aus statt.

Serienfertigung von Raketenspitzen bei Dornier-System

Das Max-Planck-Institut für Aeronomie, Lindau im Harz, hat die Dornier System GmbH in Friedrichshafen mit der Fertigung von 40 Skua-Raketen-Nutzlastspitzen beauftragt. Die Nutzlasten dienen der meteorologischen Forschung und sollen über die Windverhältnisse in Höhen von 85 000 m Aufschluß geben.

Sobald die Raketen nach ihrem Abschluß die vorbestimmte Höhe erreicht haben, stoßen sie eine Wolke von „Düppelstreifen“ (metallisierte Hostafan-Folie) aus. Diese Wolken können mit einem Radargerät geortet und je nach den herrschenden Windverhältnissen bis zu 20 Minuten lang verfolgt werden.

Bereits im November 1968 wurden elf von Dornier System gefertigte Skua-Raketen-Nutzlastspitzen vom Raketen-schießplatz Arenosillo in Südspanien erfolgreich abgeschossen.

Flüssigkeits-Apogäumsmotor für Symphonie

Der binationale Direktionsrat des deutsch-französischen Nachrichten-Experimental-Satelliten Symphonie entschloß sich, den von der Messerschmitt-Bölkow GmbH vorgeschlagenen Flüssigkeits-Apogäumsmotor auszuwählen. Als Konkurrenzvor-schläge standen nur Feststoff-Motoren zur Diskussion.

Damit hat die Messerschmitt-Bölkow GmbH neben dem 1kp-Bahnkorrektur-system nunmehr alle Antriebssysteme für den hochpräzisen Einschub des Satel-liten in seine geostationäre Bahn in Ent-wicklung und Verantwortung. Sowohl bei dem 1kp-Bahnkorrektur-Triebwerk als auch bei dem 40 kp-Triebwerk des Apo-gäumsmotors handelt es sich um Zwei-stoff-Triebwerke mit den gleichen mittel-energetischen Treibstoffen, Entwicklun-gen, die durch das Bölkow-Kühlungs-system ermöglicht wurden und noch vor fünf Jahren in der amerikanischen Fach-literatur nicht für möglich gehalten worden waren.

Die Entscheidung der deutsch-franzö-sischen Regierungsvertreter bedeutet im einzelnen, daß

1. das Nutzlastgewicht für den Satelliten von den ursprünglich vorgesehenen 175 kg auf 200 kg erhöht werden kann;

2. die Projekt-Kosten um mehrere Mil-lionen DM gesenkt werden konnten;
3. große Flexibilität für Missionsände-rungen gegeben ist;
4. eine erhebliche Risiko-Verminderung erreicht wird durch Verwendung von bereits erprobten Triebwerken und Komponenten.

Bei dem Symphonie Satelliten handelt es sich um Europas ersten Nutzsatelliten. Hauptauftragnehmer ist das CIFAS-Konsortium unter Federführung der französischen Firma Nord-Aviation. In Deutschland sind beteiligt die Messer-schmitt-Bölkow GmbH, deren Tochter-firma Junkers-Flugzeug- und Motoren-werke GmbH sowie die Firmen Siemens und AEG-Telefunken.

Der Symphonie Satellit, der rund 200 Millionen DM kosten wird, dient der Nach-richtenübertragung in einer europäisch-afrikanischen und einer nord- und süd-amerikanischen Zone. Maximal können gleichzeitig zwei Farbfernsehprogramme übertragen werden.

Satelliten

Fünfter Radioamateur-Satellit startbereit

Der fünfte, von Radioamateuren gebaute künstliche Erdsatellit soll am 9. Januar 1970 als Sekundär-Nutzlast beim Start des Satelliten TIROS-M vom westlichen Raketenstartplatz der USA in Kalifornien aus in eine Umlaufbahn gebracht werden. Der Radioamateur-Satellit, der zunächst die Bezeichnung „AUSTRALIS OSCAR-A“ trägt und nach dem Errei-chen als „OSCAR 5“ bezeichnet werden wird, ist von Radioamateuren der Uni-versität Melbourne in Australien gebaut worden — daher die Zusatzbezeichnung „AUSTRALIS“. Eine Gruppe amerikani-scher Radioamateure, die bereits über entsprechende Erfahrungen verfügen, be-reiten den australischen Funkamateur-Satelliten für Erprobung, Qualifizierung und Startvorbereitung im Rahmen der NASA-Bedingungen vor.

Die vier früheren, von amerikanischen Radioamateuren gebauten „OSCAR“-Satelliten sind mit Hilfe von Raketen des amerikanischen Verteidigungsministe-riums als Sekundär-Nutzlasten in Um-laufbahnen gebracht worden. „AUSTRALIS-OSCAR-A“ ist der erste Radio-amateur-Satellit, der von der zivilen Raumfahrtbehörde NASA als sekundäre Nutzlast akzeptiert wird. Der Satellit, der eine Masse von 17,67 kg hat, soll von der zweiten Stufe der Thor-Delta-Träger-rakete in eine Umlaufbahn in 1465 km Höhe gebracht werden. Die Bahnneigung

gegen den Äquator wird 102° betragen, die Umlaufzeit etwa 114^m .

Der Satellit „AUSTRALIS-OSCAR-A“ wird je ein Signal im 2-Meter-Radioamateurband mit der Frequenz 144,05 MHz und im 10-Meter-Band mit der Frequenz 29,45 MHz abgeben. Die Signale sollen von Radioamateuren der ganzen Welt benützt werden, um sich in der Radio-Bahnverfolgung von Satelliten zu üben und um Untersuchungen über die Ausbreitung von Funkwellen anzustellen. Man erwartet, daß die Lebenszeit der Batterien an Bord des Satelliten, die eine Gesamtmasse von 9 kg haben, etwa 2 Monate beträgt. Hierbei ist ein ständiger Betrieb des Senders im 2-Meter-Band und ein Betrieb des etwas leistungsfähigeren Senders im 10-Meter-Band an den Wochenenden vorgesehen.

Raumsonden

General Electric Co. wirkt bei „Viking 1973“ mit

Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA hat Ende August mit der General Electric Company in Philadelphia, Pennsylvania, einen Vertrag geschlossen, der vorsieht, daß die G.E. dem Forschungs-

zentrum Langley der NASA ingenieurmäßige und planungsmäßige Unterstützung bei dem Marssonden-Projekt „Viking“ zuteil werden läßt. Neben der General Electric Company hatten acht andere Firmen entsprechende Angebote für einen solchen Vertrag eingereicht. Der Umfang des Vertrages, dessen Einzelheiten noch ausgehandelt werden, dürfte bei einem Betrag von rund 4 Millionen Dollar liegen und sich über einen Zeitraum von rund drei Jahren erstrecken. Die Firma erhält sämtliche Kosten ersetzt, sowie einen zusätzlichen fixen Gewinnbonus. Der Vertrag soll darüberhinaus ein Optionsrecht für eine Ausdehnung um weitere zwei Jahre garantieren.

Weltraumforschung

Laser-Echo vom Mond in Frankreich

Die französische Raumfahrtbehörde CNES hat bekanntgegeben, daß während zweier Nächte im November 1969 das Physikalische Laboratorium der Polytechnischen Hochschule von Paris 60 Echos von dem Laser-Reflektor erhalten hat, den die Astronauten Neil Armstrong und Edwin Aldrin beim Flug Apollo 11 im Mare Tranquillitatis auf dem Mond

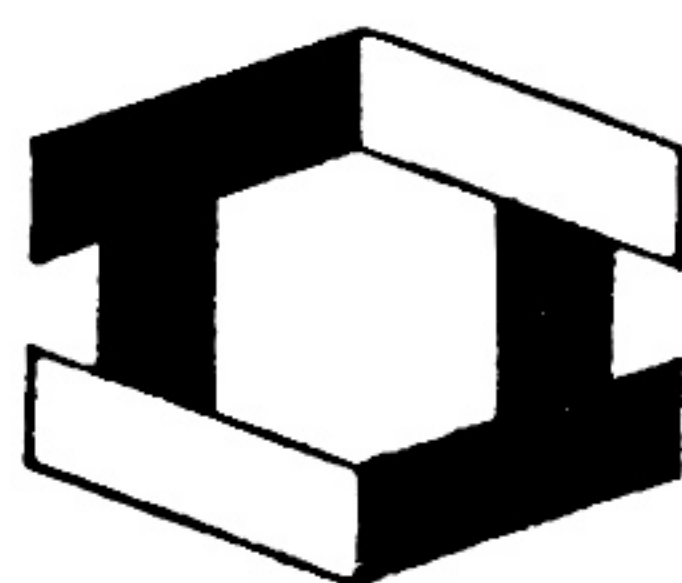
zurückgelassen haben. Das vorbereitende Experiment war nicht darauf ausgelegt, genaue Entfernungsbestimmungen des Mondes vorzunehmen. Es ging vielmehr darum, zu ermitteln, ob die sehr geringe Energie des Echos in der Größenordnung von 20 bis 30 Photonen ausreicht, um die Anzeigeinstrumente auszulösen.

Wasser auf Mars

Astronomen am McDonald-Observatorium der Universität von Texas haben auf spektralanalytischem Weg einwandfrei das Vorhandensein von Wasserdampf in der Marsatmosphäre nachgewiesen. Aus Messungen, die sie während großer Dopplerverschiebungen (und damit der Möglichkeit, den Anteil irdischen Wasserdampfs auszusondern) vornahmen, ergab sich für die Südhalbkugel des Mars eine Wasserdampfmenge, die einer Wasserschicht am Boden von etwa $\frac{1}{50}$ stel Millimeter und halb so viel auf der Nordhalbkugel entsprechen würde. Die Spektralaufnahmen wurden von Dr. Ronald Schorn vom Laboratorium für Strahlantriebe der NASA in Pasadena, Kalifornien (JPL), und von Stephen Little vom Astronomie-Department der Universität von Texas gewonnen, die Auswertung besorgten Schorn, Little und Dr. C. B. Farmer vom JPL.

■ KETTENFAHRZEUGE UND GELÄNDEWAGEN ■
■ MÖRSER UND MUNITION ■
■ FLUGZEUGRAKETEN ■
■ FORSCHUNGSRAKETEN ■
■ ENTWICKLUNG FÜR WAFFENTYPEN ■

HOTCHKISS-BRANDT



COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON HOUSTON - HOTCHKISS BRANDT

BRANCHE ARMEMENT — 52, AVENUE DES CHAMPS-ÉLYSÉES — PARIS, VIIIe — TÉL. 359-18-87

Raumfahrtindustrie-Fusion in Frankreich

Am 1. Januar 1970 werden aufgrund eines Entschlusses des französischen Minister-rats die Firmen Sud-Aviation, Nord-Aviation und S.E.R.E.B. in ein gemeinsames Unternehmen umgewandelt, das den Namen „Société Nationale Aérospatiale“ tragen soll. Präsident der neuen Firma wird Henri Ziegler sein, der gegen-

wärtige Chef der Firma Sud-Aviation. Die neue Firma wird die Form einer Aktiengesellschaft haben, deren Kapital zu zwei Dritteln bei der französischen Regierung liegt, während das restliche Drittel den Angehörigen der neuen Firma oder auch anderer Firmen gehören soll. Die S.N.A. wird insgesamt 40 000 Menschen beschäftigen und hat einen jährlichen Umsatz von 2,3 Milliarden französischen Franken haben. Die Firma wird in vier Unternehmensbereiche aufgeteilt: Flugzeuge, Hubschrauber, Raketen, sowie Raumfahrt- und Fernlenkgeschosse.

Industriekonferenz über Raumfahrtprogramm-Management

Die französische Raumfahrtbehörde CNES wird vom 9. bis 11. Februar 1970 in Paris eine dreitägige Konferenz über das Management von Raumfahrtprogrammen abhalten. Ihr Zweck besteht darin, Organisationen und Firmen eine Möglichkeit zu geben, ihre Überlegungen und Erfahrungen im Bereich der Managementtechniken zu vergleichen und gemeinsame Prinzipien für das Management aufzustellen.

Raumfahrt aus der Sicht des Parlaments

In seiner Sitzung vom 6. Februar 1969 befaßte sich der Deutsche Bundestag in der Fragestunde mit dem Thema Nachrichtensatelliten und Intelsat. Die Abgeordnete Frau Dr. Maxsein (CDU/CSU) stellte dem Bundesminister für wissenschaftliche Forschung, Dr. Gerhard Stoltenberg, zu diesem Themenkreis mehrere Fragen.

Wenn wir diesen Vorgang gegenwärtig aufgreifen, so deswegen, weil in den letzten Wochen die Frage nach einer Umstrukturierung der „Intelsat“ erneutes Interesse im europäischen Rahmen findet und die Einstellung der USA zu dem Komplex offensichtlich flexibler geworden ist.

Dr. Maxsein: Mit Bezug auf die in der 200. Sitzung am 29. November 1968 gegebene schriftliche Auskunft der Bundesregierung über ihre Pläne hinsichtlich des am 1. Januar 1970 in Kraft tretenden neuen INTELSAT-Abkommens frage ich, ob die Bundesregierung mit mir der Meinung ist, daß eine Änderung der Funktion von INTELSAT unumgänglich ist, d. h., daß INTELSAT die Aufgabe der Koordination und Harmonisierung übernimmt, während die zu errichtenden regionalen Nachrichtensatellitensysteme von regionalen Konsortien, die Eigentümer sind, zu betreiben wären.

Dr. Stoltenberg: Die Existenz verschiedener Fernmeldesatellitensysteme, aber auch das Nebeneinander von wissenschaftlichen Satelliten und Nutzsatelliten aller Art schafft in zunehmendem Maße ein Bedürfnis nach Koordinierung und Harmonisierung. Die Frage, welche Koordinierungsfunktionen dabei INTELSAT als zentrale Organisation für die weltweite Nachrichtenverbindung durch Satelliten übertragen werden sollen, läßt sich nach Auffassung der Bundesregierung erst beurteilen, wenn bekannt ist, welche Struktur und welche Aufgaben die Organisation in Zukunft durch die neue Konvention erhalten wird. Von den europäischen Staaten wird eine Zulassung von regionalen Systemen angestrebt, die neben dem von INTELSAT für die sogenannten klassischen Fernmeldedienste errichteten weltweiten System aufgebaut werden können. Solche regionalen Systeme sollten

nach europäischer Auffassung möglichst im Eigentum regionaler Konsortien und Organisationen stehen und von diesen betrieben werden.

Dr. Maxsein: Sind der Bundesregierung französische Pressemeldungen bekannt, wonach die USA bereit sein sollen, ihren Anteil an INTELSAT auf 40 % zu reduzieren und gleichzeitig den britischen auf 12 % zu erhöhen?

Dr. Stoltenberg: Pressemitteilungen der erwähnten Art sind der Bundesregierung nicht bekannt. Die Bundesregierung ist jedoch über einen Vorschlag der Vereinigten Staaten unterrichtet, die **Investitionsquoten** in der endgültigen **INTELSAT-Organisation** nicht wieder durch das Abkommen festzulegen, sondern sie als veränderliche Größe von Jahr zu Jahr den tatsächlichen Benutzungen des Systems durch die einzelnen Mitglieder anzupassen. Bei Anwendung dieses Prinzips würde nach Verkehrsvorausschätzungen und nach einer von mehreren möglichen Rechnungsarten die Quote der USA im Laufe der Jahre bis 1972 auf 41,8 % sinken und die Quote des Vereinigten Königreichs auf 12,5 % steigen.

Dr. Maxsein: Herr Minister, würden Sie in dieser Lösung, die Sie im letzten Satz andeuteten — daß die USA 41 % und Großbritannien 12 % erhalten —, mit mir die Gefahr sehen, daß die übrigen europäischen Staaten genau wie bisher in INTELSAT majorisiert werden können?

Dr. Stoltenberg: Ich würde Großbritannien in diesem Zusammenhang als einen

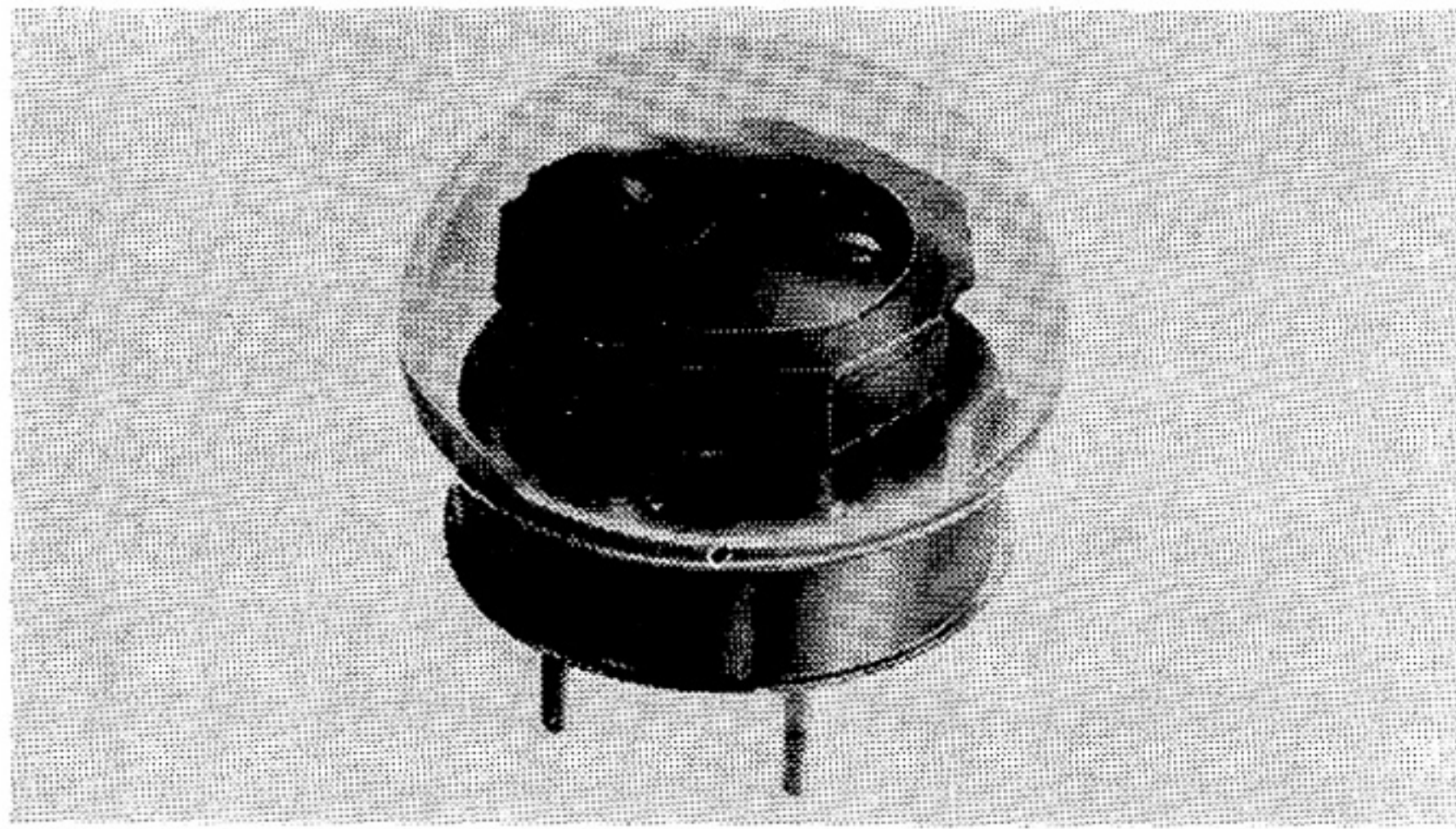
wesentlichen europäischen Staat bewerten. Eine Mehrheit der USA wäre unter diesen Voraussetzungen nicht gegeben. Aber das ist nur eine Hypothese, wie ich betonen möchte. Die Verhandlungen sind nicht abgeschlossen.

Dr. Maxsein: Darf ich Ihnen trotzdem meine Bedenken ans Herz legen? Ich bin nicht so optimistisch wie Sie, Herr Bundesminister.

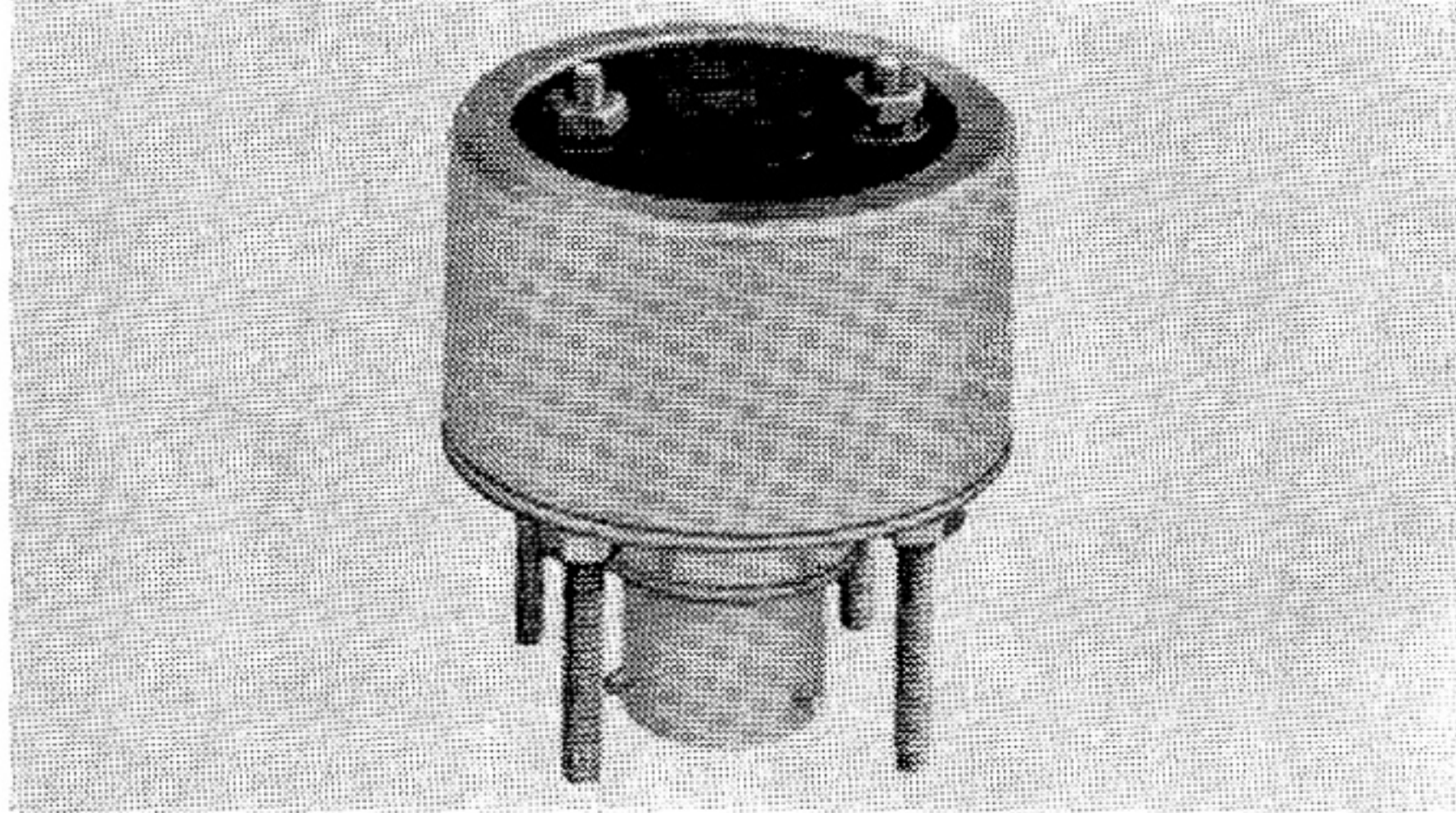
Dr. Stoltenberg: Ich habe nur von möglichen Lösungen gesprochen und mich jeder Wertung dieses Vorschlags enthalten.

Dr. Maxsein: Mit Bezug auf die mir von der Bundesregierung am 29. November 1968 gegebene Auskunft, die Bundesregierung verfolge das Ziel, die Errichtung und den Betrieb von selbständigen Regionalsystemen zuzulassen, frage ich, ob sich unter Umständen die Frage der weiteren Mitgliedschaft der Bundesrepublik Deutschland in INTELSAT stellen kann, wenn sich die Vorstellungen der Bundesregierung als nicht realisierbar erweisen?

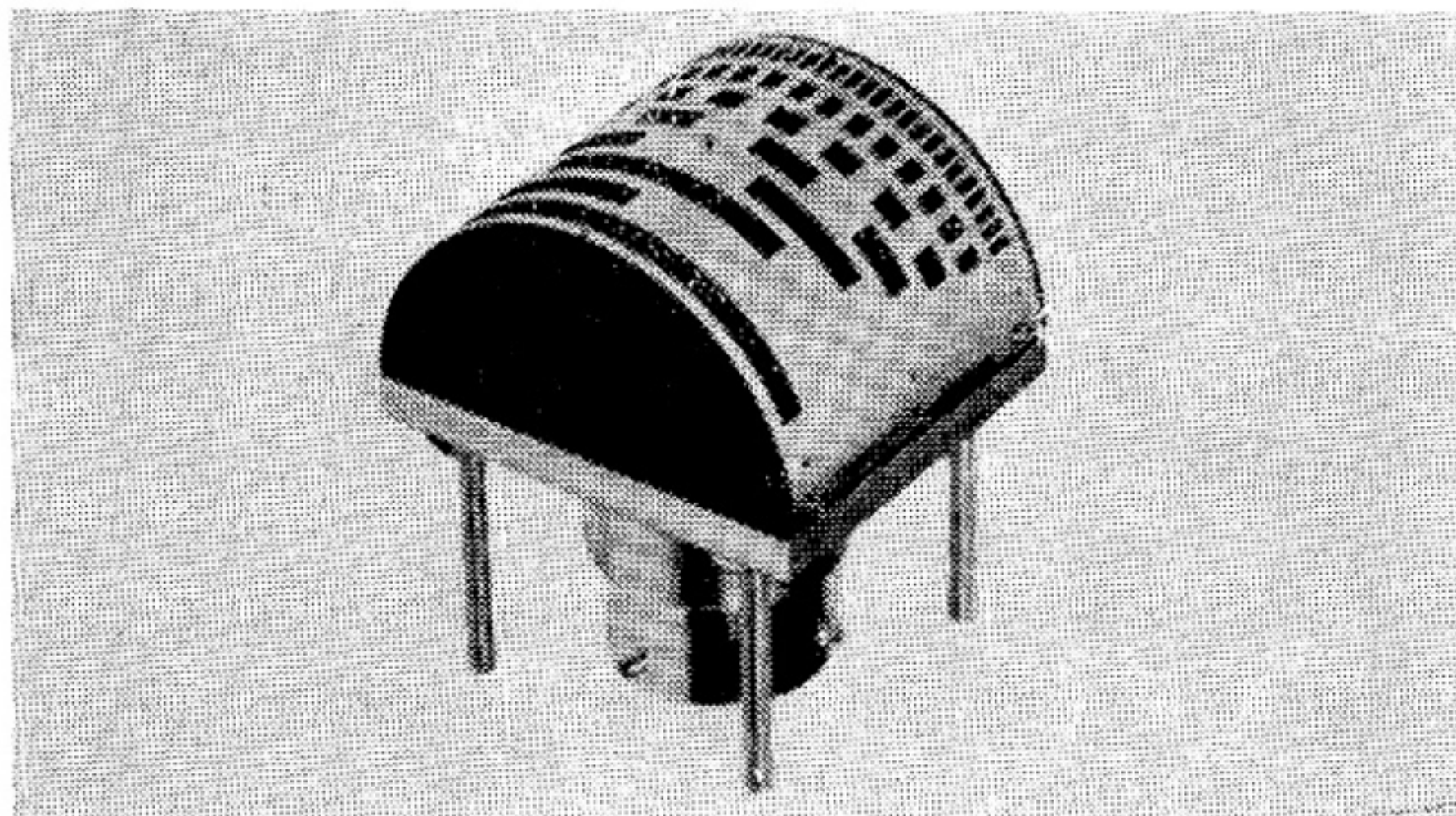
Dr. Stoltenberg: Die Bundesregierung hat keinen Anlaß, anzunehmen, daß das von ihr gemeinsam mit den europäischen und außereuropäischen Partnern des INTELSAT angestrebte Ziel, die Errichtung und den Betrieb von **selbständigen Regionalsystemen** zuzulassen, nicht verwirklicht werden könnte. Sie hält es deshalb nicht für zweckmäßig, zu diesem Zeitpunkt auf eine hypothetische Frage einzugehen.



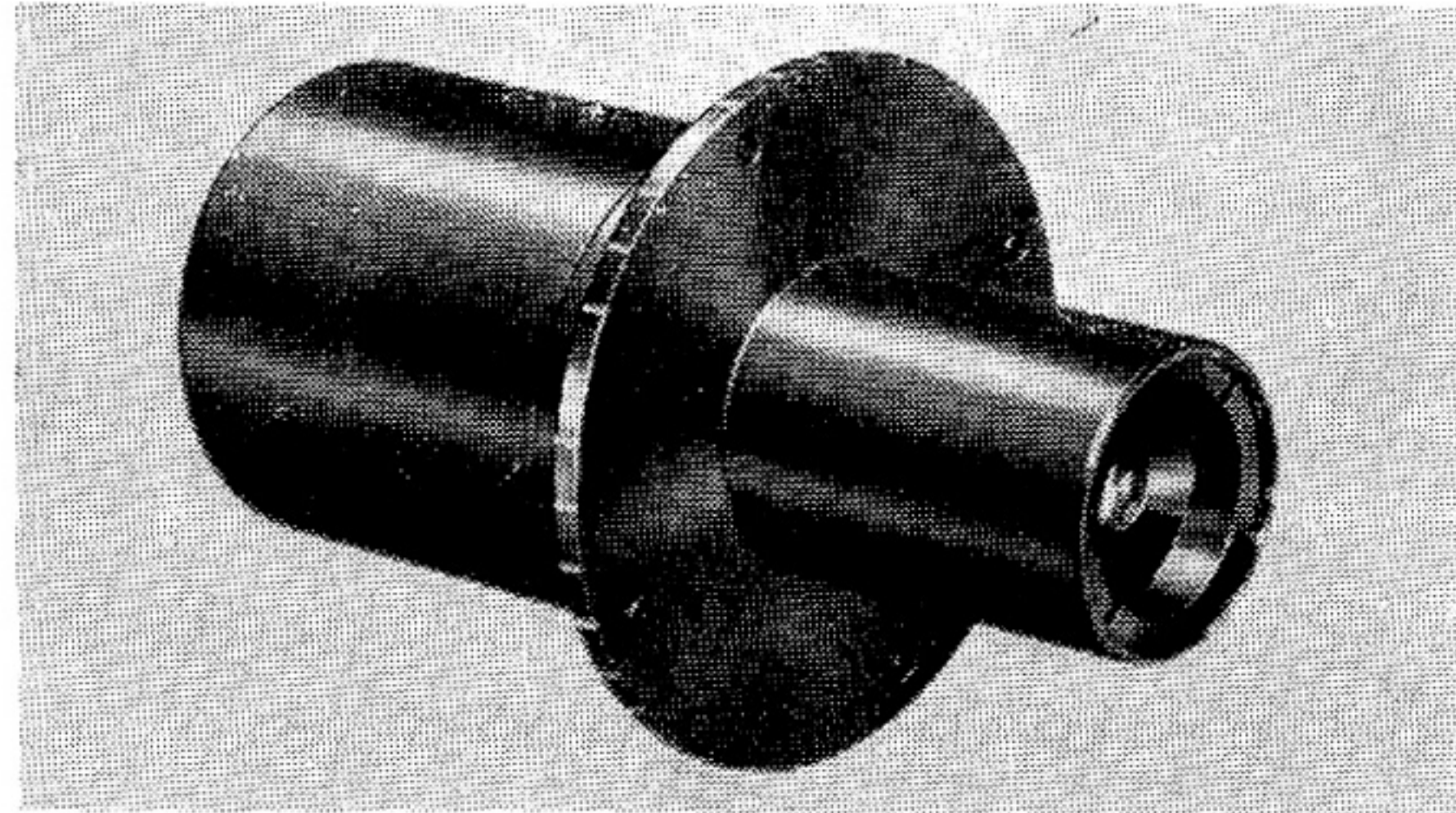
Weitwinkel-Sonnensensor



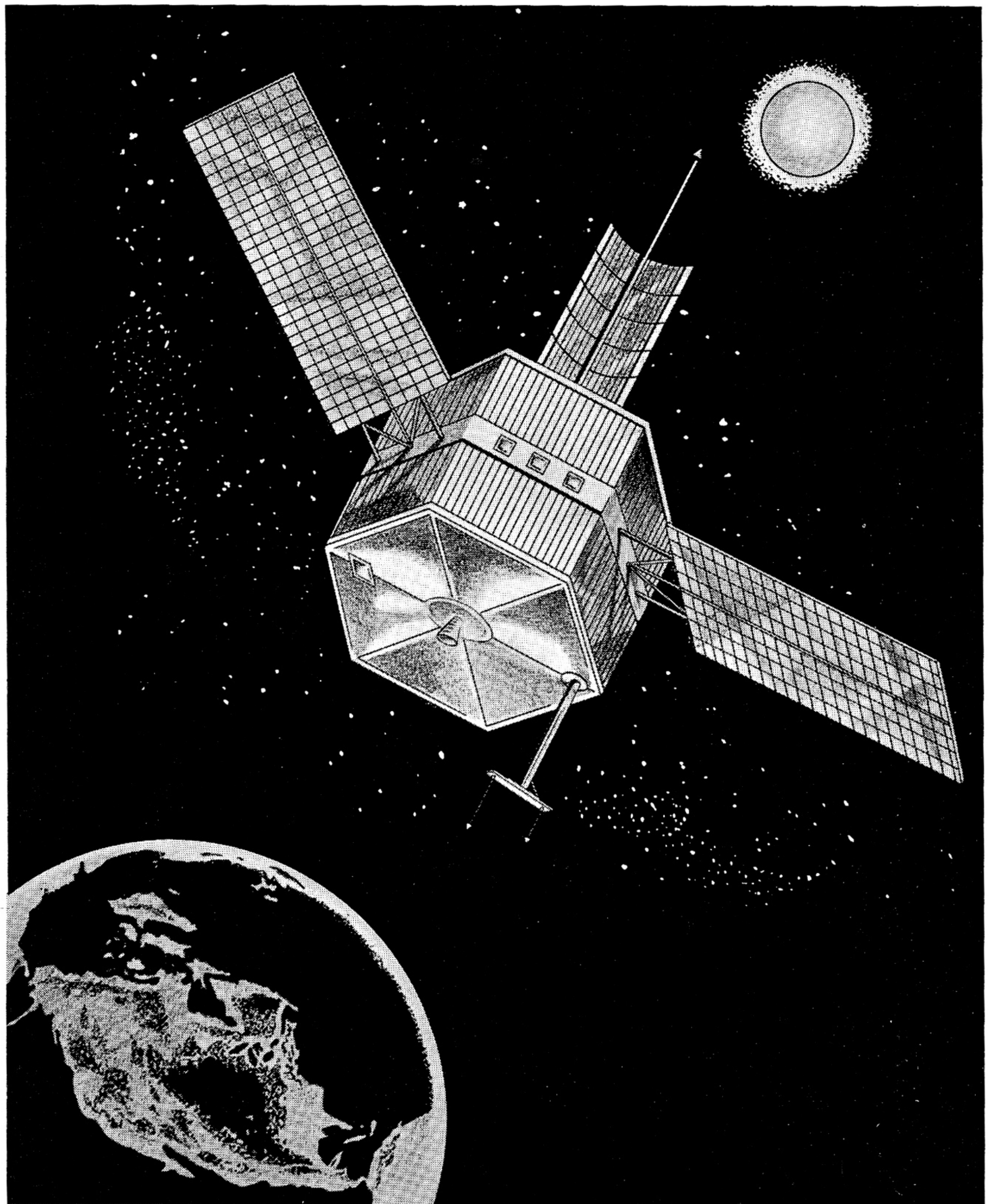
Fein-Sonnensensor



Digitaler Sonnensensor



Aquisitions-Sonnensensor



Bewährte Sensoren für neue Projekte

Für die Lagemessung Stabilisierung und Treibstoffregelung von Höhenforschungsraketen, Satelliten, Weltraumsonden und Oberstufen bietet BENDIX eine reiche Auswahl:

- Sonnensensoren
- Sternsensoren
- Erdalbedo-Sensoren
- Wendekreisel, Lagekreisel,
- Stabilisierungsschwungräder,
- Optische und kapazitive Tankstandsgeber

Beschreibungen und technische Daten sowie auf Ihre Anwendungsfälle abgestimmte Preis-Angebote erhalten Sie bei der deutschen Vertretung:

TELDIX G·M·B·H 6900 HEIDELBERG 1 · POSTFACH 1730
Abt. V/RFI · Tel.: (06221) 512242 · Telex: teldx d 461735

BUCHBESPRECHUNGEN

Werner Mialki:
Raumfahrttechnik

Grundlagen und Anwendung; 336
Seiten mit 105 Zeichnungen und 16
Schwarzweiß-Fotos auf 8 Tafelseiten,
Verlag Ullstein, Berlin, DM 24,80.

Wer denkt heute nach geglückter Mond-
landung noch daran, daß seit dem Start
des ersten Sputnik gerade erst ein Dutzend
Jahre verflossen ist? Raketen, Satelliten
und Raumsonden sind heute schon bei-
nahe alltäglich geworden, und doch sind
den meisten von uns — wie jeder durch
eine einfache Umfrage in seinem Be-
kanntenkreis feststellen kann — oft
auch die einfachsten Grundlagen der
Weltraumfahrt fremd geblieben. Hier
will das vorliegende Werk Abhilfe schaf-
fen. Auf der „Bauchbinde“ desselben
heißt es: „Ein Buch zum gründlichen
Verständnis der erregendsten technischen
Abenteuer des Jahrhunderts“. Dement-
sprechend bemüht sich der Autor, Pro-
fessor an der Technischen Universität
Berlin, alles so klar darzustellen und zu
erläutern, daß es auch dem einfachsten
Leser verständlich wird. Dadurch wirken
allerdings die ersten Abschnitte für den
näher Interessierten etwas sehr breit,
doch kommt der Verfasser von den
Grundlagen ausgehend dennoch zu Ein-
zelheiten, die auch für den „Fortge-
schritteneren“ neu sind. Am Schluß eines
jeden Kapitels wird dessen Inhalt lehr-
satzmäßig kurz zusammengefaßt, darauf
folgt ein mehr historisch gehaltener
„Zwischenbericht“, bevor zu einem neuen
Abschnitt übergegangen wird. Dies liefert
dem Leser einen guten Gesamtüberblick
über dieses umfangreiche Gebiet. Gewiß
schreitet gerade hier die Technik unge-
heuer schnell voran, doch dürfte dieses
Werk, das ja gerade den Grundlagen ge-
widmet ist, dennoch nicht so schnell
überholt sein. Sandner

Kurd von Bülow
Die Mondlandschaften

„Sterne und Weltraum“-Taschen-
buch 10, 230 Seiten mit zahl-
reichen Abbildungen, Bibliogra-
phisches Institut, Mannheim, 1969,
DM 8,90.

Seit Beginn der teleskopischen Mond-
beobachtung ist viel über die Natur der
Oberflächenformationen des Mondes ge-
rätselt worden. Erde und Mond sind zwei
einander sicher auch genetisch so nahe
verwandte Himmelskörper, daß man sie
vielleicht mit Recht als einen „Doppel-

Planeten“ bezeichnen kann. Um so er-
staunlicher ist es, daß beide in der Ge-
staltung ihrer Oberfläche beträchtliche
Unterschiede aufweisen. Dies hat dazu ge-
führt, daß über die Geschichte unseres
natürlichen Trabanten von Berufenen
und Unberufenen z. T. recht absonder-
liche Meinungen geäußert worden sind. Es
sollte eigentlich selbstverständlich sein,
daß nur der ein vertrauenswürdige Ur-
teil über das Werden der lunaren Formen
abgeben kann, der auch mit der Ge-
schichte unserer Erde und der Bildung
der irdischen Formationen vertraut ist;
wer also der Gestaltung der Mondober-
fläche nachgehen will, muß unter allen
Umständen geologisch gut geschult sein.
Es ist ein großes Verdienst v. Bülows, der
die Geologie an der Universität Rostock
vertritt, daß er es unternommen hat, den
Mond, die Gesteine und Formen seiner
Oberfläche vom geologischen Standpunkt
aus zu betrachten; sein Vorgehen ver-
dient daher weit mehr Beachtung als
manche andere, zwar bestechende, aber
von weit her geholte Annahme. Er selbst
schreibt dazu (S. 148): „Es wird dem
Leser nicht entgangen sein, daß der Ver-
fasser bestrebt ist, für alle lunaren Land-
schaftselemente irdische Analoge aufzu-
finden und, derart dem Denkprinzip des
Aktualismus folgend, Unbekanntes von
Bekanntem her zu deuten. Dabei ist er
immer wieder auf Gebilde gestoßen, die
nicht anders als vulkanogen verstanden
werden können.“ Er geht dabei aber nicht
von einer einseitigen, vorgefaßten Mei-
nung aus, sondern bleibt überall objektiv
und schreibt ein paar Zeilen später: „An
sich müssen auch für den Mond Ein-
schlagstrichter von Meteoriten gefordert
werden, und zwar in viel höherer Anzahl,
als sie die Erde aufweist“.

Das Buch, das textgleich auch in der

Reihe der „Hochschultaschenbücher“ des
nämlichen Verlages erschienen ist, nennt
der Verfasser selbst eine „Sichtung der
bisherigen Forschungsergebnisse aus
mehr als drei Jahrhunderten, also gleich-
sam eine Generalinventur“, es hält aber
viel mehr, als der bescheidene Titel er-
warten läßt. Nach einleitenden Betrach-
tungen wird erfreulicherweise eine genaue
Terminologie der Oberflächenformen (S.
19—29) gegeben; dies allein schon ist
ein wertvolles Moment des Buches. Dann
folgt eine Beschreibung des Gesteinsma-
terials und eine weit ins Detail gehende
„Morphologie und Geologie“ des Mondes.
Über „Geologisch-genetische Einheiten“
und „Veränderungen auf dem Mond“
kommt der Verfasser schließlich zum
„Gegenwärtigen Gesamtbild der Mond-
kruste“, deren Geschichte und die für
ihre Beurteilung wichtigen Alterskrite-
rien. Die in der jüngsten Zeit so oft be-
sprochenen Leuchterscheinungen werden
nur kurz behandelt — mit Recht, denn
das Beobachtungsmaterial ist noch zu
gering und zu uneinheitlich.

Vor wenigen Monaten hat zum ersten
Male ein Mensch den Boden des Erdbe-
gleiters betreten und Gestein vom Monde
zur Erde gebracht. Bis aber wirklich eine
„Geologie“ des Mondes (wenn es erlaubt
ist, dieses Wort auf den Mond anzuwen-
den) auf Grund von an Ort und Stelle ge-
machten Untersuchungen geschrieben
werden kann, wird noch eine lange Zeit
vergehen. Eine wertvolle Vorarbeit hier-
für hat v. Bülow mit dem vorliegenden
Buch geleistet. Keiner, der sich mit Mond-
fragen beschäftigt — sei er Fachmann,
Liebhaber-Astronom oder von der Seite
der Technik her an der Weltraumfahrt
interessiert — wird an diesem kleinen,
aber wertvollen Büchlein vorbeigehen
können. Sandner

Suche für jeden Preis das Buch

„Waßermann Alchemie“

? Baum Verlag

„Raum wartet auf uns“

? Art. d. Ges. für Strahlenforschung.

E. Karl 8131 Bernried am Starnberger See



**Do you speak
algolisch**



ALGOL ist eine der Computersprachen

Er dringt ein in Beruf und Privatleben. Der moderne Mensch ist daher gezwungen, sich mit diesem Problem auseinanderzusetzen. Erleben wir die zweite industrielle Revolution? Auch das ist eines der vielen hochinteressanten und aktuellen Themen der

Umschau in Wissenschaft und Technik

- Führende Wissenschaftler und Ingenieure schreiben in der UMSCHAU.
- Die UMSCHAU bringt wissenschaftlich exakt und gut verständlich neueste Erkenntnisse aus Forschung und Technik.
- Die UMSCHAU ist bemüht, in einer wohlabgewogenen Stoffauswahl charakteristische Entwicklungslinien und besonders wichtige Einzelergebnisse darzustellen.

Lassen auch Sie sich von der hervorragenden Berichterstattung der UMSCHAU überzeugen.

Fordern Sie zwei kostenlose Probehefte an bei Abt. U 63 im

Umschau Verlag • Frankfurt/Main • Stuttgarter Straße 18-24

Weltraumfahrt Raketentechnik



Organ der „Deutschen Gesellschaft für Raketentechnik und Raumfahrt e. V.“ München, der „Österreichischen Gesellschaft für Weltraumforschung e. V.“ Wien, der „Hermann-Oberth-Gesellschaft e. V.“ Bremen, des „Deutschen Raketen- und Raumfahrtmuseums e. V.“ Stuttgart und der „Griechischen Astronautischen Gesellschaft“ Athen

Jahres-Inhaltsverzeichnis

20. Jahrgang, 1969

Redaktion: Werner Büdeler Vaterstetten, bei München



U M S C H A U V E R L A G . F R A N K F U R T A M M A I N

Autoren und Beiträge

Büdeler, Werner, Nach der Mondumfliegung — vor der Mondlandung	3
Büdeler, Werner, Apollo 8, Apollo 9	5
Büdeler, Werner, Raumfahrt heute — Phantasie und Wirklichkeit	59
Büdeler, Werner, Die Landung	123
Büdeler, Werner, Apollo 11	125
Büdeler, Werner, 1969, ereignisreichstes Jahr der Raumfahrt	165
Büdeler, Werner, Apollo 12, die zweite Landung auf dem Mond	170
Engel, Rolf, Massenkonzentration im Mondinneren	99
Faust, Dr. Heinrich, die niedrigsten Temperaturen in der Erdatmosphäre	25
Fuxberger, Fridolin, Achtzehnter Raumfahrtkongreß der Hermann-Oberth-Gesellschaft e. V.	144
Heuseler, Holger, Die Oberflächenverhältnisse des Planeten Mars	61
Holtz, H. J., Deutsche Raumfahrtprojekte	38
Kaminski, Heinz, Kontinuierliche meteorologische Großflächen-Beobachtung der Erde	145
Mayer, Hans Gerhard, Physiologische Ergebnisse der bisherigen Apollo-Flüge	136
Meyer, Max, Raumfahrt und die Bundesrepublik	182
Schmitz, Arno L., Weltraumkonferenz versuchte die Weichen zu stellen	76
Weiss, Gert, Feldlabor im Mare Tranquillitatis	96
Weiss, Gert, Dr. Thomas Paine, ein Portrait	108
Weiss, Gert, Der sechste Sinn	140
Zimmer, Harro, Die Ergebnisse der sowjetischen Venussonden V und VI	178

Situationsbericht künstlicher Erdsatelliten und Raumsonden

36, 80, 110, 148, 184

Redaktionelle Beiträge

Azur 1, Deutschlands erster künstlicher Erdsatellit	165
Faltantenne für Raumsonden	40
Mit HORA näher an die Sonne	30
Raumfahrt aus der Sicht des Parlaments	49, 189
Rechner in der deutschen Raumfahrt-industrie	28

Besprochene Bücher

Ahnert, Paul, Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten	54
Braun, Wernher von, Bemannte Raumfahrt	86
Bülow, Kurd von, Die Mondlandschaften	191
Clarke, Arthur, C., The Promise of Space	51
Clarke, Arthur, C., 2001 — A Space Odyssey	52
Dadieu/Damm/Schmidt, Raketentreibstoffe	157
Däniken, Erich von, Erinnerungen an die Zukunft	53
Doebel, Günter, Das Weltall und seine Entdeckung	51
Dolezal, Erich, Vorstoß in den Weltraum	117
Faust, Dr. Heinrich, Das große Buch der Wetterkunde	156
Gibbs-Smith, C. H., A Brief History of Flying	54
Gillmor, Daniel S., Scientific Study of Unidentified Flying Objects	157
Haack, Wolfgang, Beobachtungen des Luftraumes durch automatische Informationsverarbeitung	54
Haber, Heinz, Der offene Himmel	86
Haissinsky/Adloff, Radiochemisches Lexikon der Elemente und ihrer Isotope	156
International Journal for Numerical Methods in Engineering	118
Kopal/Goudas, Measure of the Moon	87
Kosmos-Maruzen, Mondglobus	156
Kowalevsky, Jean, Introduction to Celestial Mechanics	117
Littrow-Stumpff, Die Wunder des Himmels	117
Löb/Freisinger, Ionenraketen	116
McGowan/Ordway, Intelligence in the Universe	52
Mialki, Werner, Raumfahrttechnik	191
Naef, Robert A., Der Sternenhimmel 1969	87
Nestel, Werner, Grenzen und Aussichten des Nachrichtenverkehrs	54
Nobel, Lectures, Physics 1922—1941	118
Nobel Lectures, Physics 1942—1962	118
North Holland Publishing Company, Space Research VIII	116
Pauwels/Bergier, Aufbruch ins dritte Jahrtausend	52
Puttkammer, Jesco von, Apollo 8 — Aufbruch ins All	116
Reuss, K. F., Jahrbuch der Luft- und Raumfahrt 1969	87
Quasius/McCanless, Star Trackers and Systems Design	158
Seidler, Helmut, Chemisches Fachrechnen	117
Sokoll, Alfred, Deutschsprachiges Schrifttum zur Aero- und Astronautik	157
Springer-Verlag, Thermodynamische Funktionen idealer Gase für Temperaturen bis 6000 Grad K.	158
Umschau Verlag, Atome, Kerne, Elementarteilchen	87
WGLR-Jahrbuch 1967	118
Winter, H., Fertigungstechnik von Luft- und Raumfahrzeugen	53

Register

Aeronomie-Satellit	153
Aerosalon 1969	78, 106
Antrieb für Raumsonden, hochenergetisch	30
Anwendungs-Satelliten	140
Apollo 8	99
Apollo 8, Auszeichnungen	43
Apollo 9	5
Apollo 9, technische Auswertung	85
Apollo 10	24, 85, 99
Apollo 11	42, 83, 91, 104, 125
Apollo 11, Besatzung	41
Apollo 11, Zeitplan	93
Apollo 11, EASEP	96
Apollo 12	84
Apollo 12, Besatzung	111
Apollo 13, Besatzung	151
Apollo 14, Besatzung	151
Apollo-Anwendungsprogramm	42
Apollo-Programm, zukünftige Landeplätze	177
Atmosphäre der Erde	25
Azur 1	151

Ballon-Sonde, astronomische	47
-----------------------------	----

Computer in der Raumfahrt	28
---------------------------	----

Deutsche Kommission für Weltraumforschung	153
Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e. V.	180
Deutsche Raumfahrtprojekte	38
DGLR-Jahrestagung 1968	38
DGLR-Jahrestagung 1969	180
Deutsche Luftfahrtschau 1970	155
DFVLR, Preisverleihung	49
DGON-Tagung	115
Diamant B	187
Dornier System GmbH	47, 187
DuBridge, Dr. Lee K.	49

EASEP	42, 96
ELDO	114
Erdefunkstelle Raisting II	74
ERNO	47
ESSA 7	44
Europa I, dritte Stufe	150
Europa I, F-8	85, 150
Europa I, F-9	85
Europäische Raumfahrt	76
Europäische Weltraumkonferenz 1969	76
Europäisches Weltraum-Symposion 1969	48
Eurosats	84

Fluor-Triebwerk, 500 kp	85
Forschungsballon	113
Französische Raumfahrtindustrie	189

Geologie	140
Gesellschaft für Weltraumforschung	49

Haney, Paul	155
Helios	113, 153
Heos A-1	84
Hermann-Oberth-Gesellschaft	144
Höhenforschungsraketen-Experimente	25
HORA	30

IAF-Kongreß 1969	48, 115
Intelsat	115
Intelsat III	112
Intelsat IV	112
ISI I	82

Jet Propulsion Laboratory	43, 153
Jupiter, Leben auf	152

Kernenergie in der Raumfahrt	46
Kosmos 275	82

Laser-Echo vom Mond	188
Laser-Reflektor	42
Ley, Willie	155
LLRV	35, 186
Luksch, Walter	49

Mariner-Raumsonden	43, 71
Mariner 4, Photographien	64, 68
Mariner 6	71
Mariner 7	71
Mars	61 f, 71
Mars, Atmosphäre	67
Mars, Wasser auf	188
Merkur-Sonde	152
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH	85, 86
Meteor, sowj. Satellit	82
Meteorologie	25, 44, 145
MOL	111
Mondfahrzeug	111, 151, 186
Mondlande-Trainingsgerät	35, 186
Mondreisen, kommerzielle	112

Nachrichtensatellit, militärisch	82
NASA, Budget 1970	154
NASA, Patentlizenzen	155
NASA, vergleichende Programmziele	164
Nebel, Rudolf	86
NERVA-Programm	74
Nimbus 3	112

OAÖ 2	44, 112
OAÖ 3	44
Oscar 5	187
OSO 6	153
Ozeanographie	86

Paine, Dr. Thomas O.	108
Pan American World Airways	112

Pegasus 3	151	Tacomat	82
Preussag AG	86	TD-1	154
Proton 4	82	Technologische Kapsel	46
		Thermionik-Reaktor	46
Quarantänestation Houston	104		
		Venus 5	82, 178
Raisting II	74	Venus 6	82, 178
Raumfahrt, Aerodynamik	45	Verkehrshaus der Schweiz	48
Raumfahrt-Ausstellungen	48, 115	Vking-Projekt	153, 188
Raumfahrt-Etat 1970, USA	154	Viking, Landesystem	153
Raumfahrt-Industrie in Frankreich	189		
Raumfahrt-Industrie in USA, 1968	154	Weltraumforschung,	
Raumfahrt-Zukunft, USA	132	mittelfristiges Programm	153
Raumfahrtmedizin	136	Weltraum-Simulator	46
Raumfahrttechnik	40	Wettersatelliten USA	44, 145
Raumfahrttechnik, Auswirkungen	45	Wettersatellit UdSSR	82
Raumstation	150	Winzen Research Inc.	113
Raumtransporter	150		
Satellitenphotographie	140	X-15	43
Saturn-Rakete, kernenergetische Oberstufe	150		
Schneider, William C.	42		
Sojus 4 und 5	83		
Sonnensonde	114, 153	Zusammenarbeit Deutschland-Frankreich	46
Symphonie, Apogäumsmotor für	187	Zusammenarbeit Deutschland-USA	153